

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

# **Výběr velkokapacitního letounu pro nákladní dopravu**

## **Selection of High Capacity Aircraft for Cargo Transport**

Student: Viktor Haladěj

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Hoříňka

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Viktor Haladěj**

Studijní program:

B3712 Technologie letecké dopravy

Studijní obor:

3708R037 Technologie provozu letecké techniky

Téma:

Výběr velkokapacitního letounu pro nákladní dopravu  
Selection of High Capacity Aircraft for Cargo Transport

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

**Cíl práce:**

Vybrat nejvhodnější typ velkokapacitního nákladního letadla pro transport zboží mezi Českou republikou a Asií.

**Osnova práce:**

1. Úvod – motivace k řešení problému.
2. Formulace požadavků cílového klienta.
3. Identifikace faktorů ovlivňujících výběr letounu.
4. Proces výběru letounu.
5. Zhodnocení dosažených výsledků výběru a potenciálu implementovatelnosti výsledků práce.
6. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

Moving Air Cargo Globally, International Civil Aviation Organization, Montréal, QC, Canada (Moving Air Cargo Globally). <https://www.icao.int/> [online]. Montreal, QC, Canada: IATA [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: [https://www.icao.int/Security/aircargo/Moving%20Air%20Cargo%20Globally/ICAO\\_WCO\\_Moving\\_Air\\_Cargo\\_en.pdf](https://www.icao.int/Security/aircargo/Moving%20Air%20Cargo%20Globally/ICAO_WCO_Moving_Air_Cargo_en.pdf).

IATA Cargo Strategy (IATA Cargo Strategy. <https://www.iata.org/> [online]. Montreal, Kanada: IATA, 2018, [cit. 2019-11-25]. Dostupné z: <https://www.iata.org/whatwedo/cargo/Documents/cargo-strategy.pdf>).

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jiří Hoříňka**

Datum zadání: 20.12.2019

Datum odevzdání: 18.05.2020



prof. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
vedoucí katedry





prof. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne : 18.05.2020

Viktor Chaludský

Rád bych poděkoval vedoucímu Ing. Jiřímu Hořínkovi za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

Prohlašuji, že:

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- beru na vědomí, že - podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů - že tato bakalářská práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne

Podpis autora práce .....

Jméno a příjmení autora práce: Viktor Haladěj

Adresa trvalého pobytu autora práce: Na Strážnici 463, Dolní Lhota, 74766

## **Anotace**

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE HALADĚJ, V. *Výběr velkokapacitního letounu pro nákladní dopravu*: bakalářská práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2020, 81 s. Vedoucí práce: Ing. Jiří Hořínka.

V první části se práce zabývá rolí letecké dopravy při přepravě nákladu v globální ekonomice a technickými parametry čtyř vybraných nákladních letounů: Boeing B767F, B777F, B747-400F a B747-8F. Dále pak analyzuje použití každého stroje na trati Ostrava-Hong Kong, kde hodnotí některé z přímých provozních nákladů a výkonových parametrů. V závěrečné části práce nabízí vyhodnocení nejvhodnějšího typu letounu pro provoz na výše zmíněné trati, kde představuje silné a slabé stránky jednotlivých strojů a připomíná možné výhody pro letiště Ostrava spojené s tímto typem provozu.

**Klíčová slova:** *Letecká nákladní přeprava; maximální užitečné zatížení; dolet; přímé provozní náklady.*

HALADĚJ, V. *Selection of High Capacity Aircraft for Cargo Transport*: Bachelor Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Institute of Transport, 2020, 81 p. Thesis head: Ing. Jiří Hořínka.

The initial part of this Bachelor's thesis deals with air cargo transport role in global economics and technical requirements and data of four high capacity freighters: Boeing B767F, B777F, B747-400F and B747-8F. Each type's analysis covering operational aspects of Ostrava-Hong Kong route with some of direct operational costs and performance data is the next. Final selection process with specific advantages and weaknesses of analyzed aircraft types, and possible benefits for Ostrava Airport while having such an operation.

**Key words:** *Air Cargo Transport; Maximum Payload; Range; Direct Operational Cost*

## Seznam použitých zkratk a symbolů

$R_{práce}$

Náklady na provedenou práci

$T_{hm}$

Tah motoru na úrovni hladiny moře

$n_k$

Počet stupňů kompresoru

$n_m$

Počet motorů

$t_f$

Doba letu

AIP

Aeronautical Information Publication

Letecká informační příručka

AOC

Air Operator Certificate

Osvědčení leteckého provozovatele

APU

Auxiliary Power Unit

Pomocná motorová jednotka

BCA

Boeing Commercial Airplanes

Boeing Commercial Airplanes

C1, C2, C3

Jsou definované specifikacemi motorů

CDL

Cena draku letadla

CI

Celková investice

CKP

Celkový kompresní poměr

CLV

Cena letadla dle výrobce

CMV

Cena motoru dle výrobce

D

Faktor vzdálenosti

ECS

Environmental Control System

Systém řízení prostředí

ETOPS

Extended Range Twin-Engine  
Operation Performance Standards

Pravidla letu dvoumotorových letadel na tratích s omezeným výběrem náhradních letišť

CHD

Celková hmotnost draku

LUD

Lidská práce při údržbě draku

LUM

Náklady na lidskou práci při údržbě motorů

MRO

Maintenance & Repair Organisation

Organizace na údržbu a opravy letadel

MTOW

Maximum Takeoff Weight

Maximální vzletová hmotnost

MUD		Materiál spotřebovaný při údržbě draku
MUM		Náklady na materiál spotřebovaný při údržbě motorů
N		Přeletová jednotka
NDD		Náhradní díly draku
NDP		Náhradní díly pohonných jednotek
NUD		Náklady na údržbu draku
NUM		Náklady na údržbu motorů
OEM	Original Equipment Manufacturer	Výrobce finálního produktu z dodávaných dílů
OFP	Operational Flight Plan	Provozní letový plán
OPM		Obtokový poměr dvouproudových motorů
P		Faktor hmotnosti
PDU	Power Drive Unit	Mechanizovaná podlaha
PHL		Prázdná hmotnost letadla dle výrobce
PPN		Přímé provozní náklady
R		Poplatek za let ve vzdušném prostoru
T		Sazba poplatku za přeletovou jednotku
U		Faktor využití
ULD	Unit Load Device	Úložné kontejnery a palety



## Obsah

Seznam použitých zkratk a symbolů .....	7
1 Úvod .....	10
1.1 Globální Ekonomika .....	10
1.2 Dovoz z Číny do České republiky .....	11
1.3 Globální požadavky na leteckou přepravu zboží.....	12
2 Formulace požadavků cílového klienta .....	14
2.1 Základní požadavky Společnosti na použitý letoun .....	14
2.1.1 Minimální hmotnost zboží přepraveného v týdenním cyklu .....	14
2.1.2 Minimální požadovaný objem zboží při jednom letu.....	14
2.1.3 Krátká doba trvání nakládky a vykládky .....	15
2.1.4 Zahájení provozu .....	15
3 Identifikace faktorů ovlivňujících výběr letounu.....	16
3.1 Maximální hmotnost platícího zatížení .....	16
3.2 Objem nákladového prostoru .....	16
3.3 Rozměry nákladových dveří a mechanizovaná podlaha .....	16
3.4 Garance prostředí o stálé teplotě v nákladovém prostoru.....	17
3.5 Analýza nákladů letu na trati Ostrava-Hong Kong .....	17
3.5.1 Náklady na palivo .....	18
3.5.2 Náklady na přeletové a přistávací poplatky .....	19
3.6 Systém údržby .....	20
3.7 Provozní náklady .....	22
3.7.1 Faktor využití .....	23
3.7.2 Finanční náklady.....	23
3.7.3 Náklady na údržbu draku .....	24
3.7.4 Náklady na údržbu motorů .....	24
3.7.5 Celkové přímé provozní náklady .....	25
3.8 Dostupnost .....	26
4 Proces výběru letounu .....	27
4.1 Boeing 767 - 300F.....	27
4.1.1 Maximální možná hmotnost platícího zatížení .....	28
4.1.2 Minimální požadovaný objem nákladových prostorů.....	29
4.1.3 Rozměry nákladových dveří pro všeobecné cargo a nutnost automatizované nakládky 29	
4.1.4 Garance prostředí o stálé teplotě v nákladovém prostoru.....	30
4.1.5 Trať Ostrava-Hong Kong.....	30
4.1.6 Náklady na přeletové a přistávací poplatky .....	36

4.1.7	Náklady na palivo Ostrava-Hong Kong .....	37
4.1.8	Systém údržby B767-300F .....	38
4.1.9	Dostupnost B767-300F .....	38
4.2	Boeing 777 F .....	40
4.2.1	Maximální možná hmotnost platícího zatížení .....	41
4.2.2	Minimální požadovaný objem nákladových prostorů .....	42
4.2.3	Rozměry nákladových dveří pro všeobecné cargo a nutnost automatizované nakládky 42	
4.2.4	Garance prostředí o stálé teplotě v nákladovém prostoru .....	44
4.2.5	Náklady na přeletové a přistávací poplatky .....	48
4.2.6	Náklady na palivo Ostrava-Hong Kong .....	48
4.2.7	Systém údržby B777F .....	49
4.2.8	Dostupnost 777F .....	49
4.3	Boeing 747-400F .....	50
4.3.1	Maximální možná hmotnost platícího zatížení .....	51
4.3.2	Minimální požadovaný objem nákladových prostorů .....	52
4.3.3	Rozměry nákladových dveří pro všeobecné cargo a nutnost automatizované nakládky 52	
4.3.4	Garance prostředí o stálé teplotě v nákladovém prostoru .....	53
4.3.5	Náklady na přeletové a přistávací poplatky .....	58
4.3.6	Náklady na palivo Ostrava-Hong Kong .....	58
4.3.7	Systém údržby B747-400F .....	59
4.3.8	Dostupnost B747-400F .....	59
4.4	Boeing 747 - 8F .....	60
4.4.1	Maximální možná hmotnost platícího zatížení .....	61
4.4.2	Minimální požadovaný objem nákladových prostorů .....	62
4.4.3	Rozměry nákladových dveří pro všeobecné cargo a nutnost automatizované nakládky 62	
4.4.4	Garance prostředí o stálé teplotě v nákladovém prostoru .....	63
4.4.5	Přeletové a přistávací poplatky .....	66
4.4.6	Náklady na palivo Ostrava-Hong Kong .....	67
4.4.7	Systém údržby B747-8F .....	67
4.4.8	Dostupnost B-747-8F .....	68
5	Zhodnocení dosažených výsledků .....	69
6	Závěr .....	73
	Použitá literatura .....	74
	Seznam obrázků .....	77
	Seznam tabulek .....	78

Seznam grafů.....	79
-------------------	----

# 1 Úvod

Tato bakalářská práce se bude zabývat tématem „Výběru velkokapacitního letounu pro nákladní dopravu“. Rozhodl jsem se pro toto téma, protože jednou z nejdůležitějších věcí pro novou leteckou společnost zabývající se přepravou nákladu, je výběr letounu. Budu porovnávat 4 typy letadel a to: Boeing B-767F, B-777F, B-747-400F a B-747-8F. Každý z těchto typů je letoun pro lety na dlouhé vzdálenosti, a to proto, že jsem zvolil trať mezi Evropou a Asií, tedy regiony, mezi kterými probíhá velmi čilá obchodní výměna. Mezi další nákladní letouny výkonově schopných na této trati provozovat patří IL-76, Airbus A330F či MD-11F. Tyto typy jsem se rozhodl do studie nezahrnout z následujících důvodů: ruský IL-76 nebyl prozatím certifikován agenturou EASA; A330F byl historicky dodán jen několika provozovatelům, z nichž Qatar Airways zrušil jejich provoz v roce 2019, turecká společnost MNG Cargo zcela nerealizovala objednávku na tyto stroje; americká Synergy Aviation Corporation svou objednávku zrušila zcela. Od roku 2015 Airbus neobdržel jedinou objednávku na tento velmi nákladný freighter, který představuje obchodně nejméně úspěšný výrobek firmy. MD-11F je stále v provozu u několika velkých firem, které jsou schopny si udržovat významné zásoby náhradních dílů a překonávat problémy se stárnoucím typem. Na trhu použitých strojů se posledních dvanáct měsíců neobjevila žádná nabídka prodeje MD-11F. <sup>[1]</sup>

## 1.1 Globální Ekonomika

IATA, International Air Transport Association, je organizace, která byla založena v roce 1945 v Haagu a dnes sdružuje 290 leteckých společností, které realizují 83% veškeré letecké dopravy. Letecky přepravované zboží představuje více než 35% hodnoty veškerých převážených komodit. <sup>[2]</sup>

Podle výroční zprávy vydané IATA byl rok 2019 první, kdy byl zaznamenán celkový pokles objemu přepraveného zboží od roku 2012. Ovšem podle předpovědi, kterou IATA vydala, by se měl provoz letecké nákladní přepravy opět začít zvyšovat, a to o 4 % ročně v průběhu příštích dvaceti let. Podle dokumentu World Air Cargo Forecast (WACF), který je vydávaný firmou Boeing, bude růst 4,2 % ročně, a to mezi lety 2018 až 2037. <sup>[2] [3]</sup>

Největší nárůst se očekává na nákladních vnitrostátních letech v Číně – 6,2 % během příštích devatenácti let. Na letech mezi Evropou a východní Asií se předpokládá také nadstandardní nárůst - 4,7 % mezi lety 2018 až 2037. <sup>[3]</sup>

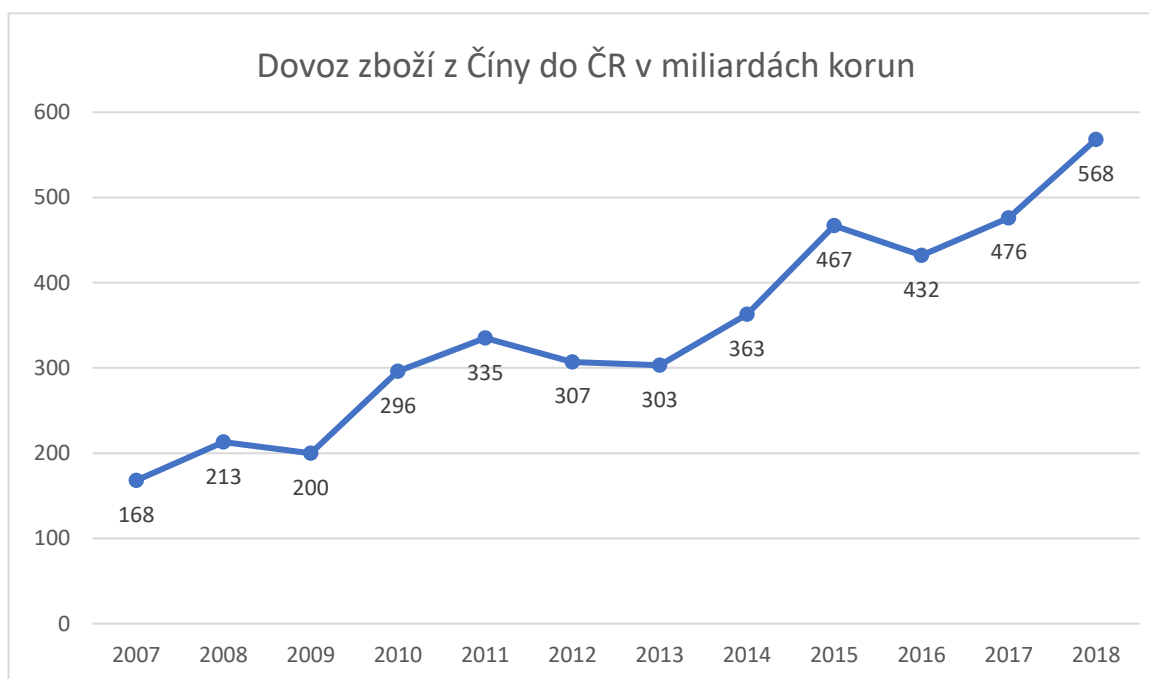
**Tabulka č. 1 - Hodnoty růstu letecké nákladní dopravy**

<b>Hodnoty růstu letecké nákladní dopravy</b>		
<b>Region</b>	<b>2007-2017</b>	<b>2018-2037</b>
Svět	2,6 %	4,2 %
Evropa – východní Asie	4,2 %	4,7 %
Čína	5,0 %	6,3 %
Evropa – jižní Asie	2,4 %	4,2 %
Evropa	3,1 %	2,3 %

*Tabulka č. 1 Hodnoty růstu letecké nákladní dopravy <sup>[4]</sup>*

## 1.2 Dovoz z Číny do České republiky

Čína je pro Českou republiku druhý největší dovozce veškerého zboží. Mezi lety 2007 až 2018 vzrostl dovoz komodit do ČR pětikrát. Nejčastějšími importními artikly jsou elektronika, doplňky pro domácnost a textilie. V budoucnosti by se měl dovoz do ČR dále zvyšovat, jelikož čínská společnost Alibaba, která má pod sebou známý Aliexpress.com nebo Taobao.com, vystavěla velkosklad zásilek v Jenči u Prahy. Tyto poté budou rozesílány z České republiky do dalších evropských zemí. Také vývoz zboží z České republiky zaznamenává velký nárůst. Může za něj především automobilka Škoda Auto, pro kterou je Čína největším odběratelem automobilů a náhradních dílů. Další významnou firmou, obchodující s Čínou je Škoda Electric, která vyváží elektromotory k rychlovlakům.



Graf č. 1 Dovoz zboží z Číny do ČR <sup>[5]</sup>

### 1.3 Globální požadavky na leteckou přepravu zboží

Jedním z nejdůležitějších požadavků na přepravu je rychlost. Ročně je letecky převezeno velké množství zásilek, které podléhají krátké době trvanlivosti, to jsou například léky, květiny, živá zvířata nebo exkluzivní potraviny. Rychlost přepravy je také důležitá při doručování humanitární pomoci do oblastí postižených například přírodní katastrofou nebo do válečných zón.

Dalšími požadavky jsou bezpečnost přepravy, pravidelnost a spolehlivost. Letecká nákladní doprava je jednou z nejbezpečnějších, protože se při ní nezasílá tak velké množství zboží jako například v lodní dopravě, tudíž je menší šance ke ztrátě nebo poškození při manipulaci se zásilkou.

Výroba zboží na sklad: firma vytváří skladové zásoby podle vývoje ekonomiky a předpokládané spotřeby zákazníků. Výhodou tohoto typu výroby je možnost stálého dodávání zboží spotřebitelům, a to i v případě poruchy výrobní linky. Nevýhodou jsou další výdaje na stavbu vlastního skladu nebo placení nájmu. Pokud zákazníci ztratí zájem o vyrobené zboží, je velký problém vyprodat skladové zásoby a začít s výrobou nového produktu.

**Továrna**

**Přeprava**

**Sklad**



Výroba na zakázku: tento typ výroby se využívá při specifických potřebách zákazníka. Toto zboží je také velice těžko skladovatelné, většinou se jedná o zboží velkých rozměrů nebo o výrobky, které podléhají krátkému datu spotřeby. Výhodou je, že společnost, která využívá tento typ výroby, nepotřebuje žádné skladovací prostory, a tudíž nemá další náklady na provoz skladovacích prostor. Nevýhoda se projevuje při přerušení výroby z jakéhokoli důvodu, jelikož firma není schopna uspokojit potřeby zákazníků.

**Továrna**

**Přeprava**

**Zákazníci**



## 2 Formulace požadavků cílového klienta

Logistická firma, dále nazývaná Společnost, která se zabývá leteckou přepravou zboží mezi Evropou a jedním z největších center letecké nákladní dopravy-Hong Kongem-se rozhodla využít letiště Leoše Janáčka Ostrava jako své evropské centrum. Plánem Společnosti je profitovat ze stávajícího přebytku kapacity tohoto letiště, minimálního provozu, neexistence místních letištních slotů, velmi dobré infrastruktury a polohy ve středu Evropy. Následný rozvoz leteckého carga na příletu z Hong Kongu by byl primárně realizován prostřednictvím kamionové dopravy, tzv. truckingem.

Na letu z Ostravy do Hong Kongu a zpět, kde jeden úsek představuje přibližně 8 600 kilometrů, se z ekonomických a provozních důvodů může efektivně využívat pouze velkokapacitní dálkový nákladní letoun. Z hlediska synergií, dopravních řetězců a dopravní struktury sítě Společnosti bude nutno využít letoun, který má schopnost transportu, nakládky a vykládky při použití standardizovaných prostředků a ULD.

### 2.1 Základní požadavky Společnosti na použitý letoun

#### 2.1.1 Minimální hmotnost zboží přepraveného v týdenním cyklu

Obvyklá hmotnost platícího zatížení (anglicky payload-množství zboží nebo cestujících vyjádřeno nejčastěji v jednotkách hmotnosti) pro letouny s velkým doletem je v dnešní době 50 až 150 tun. Společnost by na základě nejméně čtyř rotací OSR-HKG-OSR týdně ráda využívala letoun schopný přepravit minimálně 350 tun týdně v každém směru.

#### 2.1.2 Minimální požadovaný objem zboží při jednom letu

Vzhledem k tomu, že z Čínské lidové republiky se do Evropy dováží primárně zboží o malé nebo střední měrné hmotnosti, je tento parametr velmi obchodně důležitý. Mezi přiváženým zbožím figurují elektronika, domácí potřeby, textil, lokální zelenina a ovoce a předměty denní potřeby, velká část těchto produktů je obchodována a transportována v režimu e-commerce. Naopak v opačném směru se převládá těžší materiál ze segmentu automobilů, chemické výroby, průmyslového vybavení a strojírenské prvky pro návaznou výrobu v ČR. Minimální celkový objem nákladového prostoru je specifikován hodnotou 400 m<sup>3</sup>, přičemž minimální payload v kilogramech na 1 m<sup>3</sup> objemu nákladového prostoru je Společností požadován hmotností 100 kilogramů.



### 2.1.3 Krátká doba trvání nakládky a vykládky

Rozměry nákladových dveří pro snadnou a rychlou nakládku a vykládku všeobecného carga jsou u dnešních nákladních letounů velmi důležitým prvkem, který určuje tranzitní čas letounu v destinaci, jež lze považovat za ztrátový. Použití mechanizované podlahy má pak na tento čas rovněž výrazný vliv.

### 2.1.4 Zahájení provozu

Plán Společnosti je zahájit provoz na lince OSR-HKG-OSR do dvanácti měsíců od data podepsání kontraktu o dodání letounu. V průběhu tohoto roku budou rovněž financovány práce na založení certifikátu leteckého dopravce (AOC), nutné změny infrastruktury na letišti Leoše Janáčka v Ostravě (modifikace cargo terminálu-bude-li potřeba a pronájem nebo koupě kancelářských, technických a skladových prostor), sestavení pracovního týmu letecké sekce Společnosti (management, letové posádky, technický personál a administrativní podpora).

### 3 Identifikace faktorů ovlivňujících výběr letounu

#### 3.1 Maximální hmotnost platícího zatížení

Maximální hmotnost platícího zatížení neboli payload je nosnost letadla, obvykle vyjádřená v tunách. V závislosti na povaze letu může payload zahrnovat převoz carga nebo pasažérů. V komerčním provozu se užitečné zatížení vztahuje pouze na náklad generující zisk.

#### 3.2 Objem nákladového prostoru

Naprostá většina dnešních nákladních letadel, které vznikly modifikací konstrukcí určených pro přepravu cestujících, disponují dvěma palubami-horní a dolní. Pro naši analýzu budeme uvažovat o využití celkového objemu obou palub.

#### 3.3 Rozměry nákladových dveří a mechanizovaná podlaha

Společnost vyžaduje minimální rozměry dveří do hlavního nákladového prostoru z důvodu použití celosvětové standardizovaných přepravních prostředků ULD. Unit Load Device je obecný název pro přepravní kontejnery nebo palety. Každé letadlo dokáže převést pouze některé z mnoha typů těchto ULD. Výběr typu těchto přepravních prostředků závisí na rozměrech dveří a trupu letadla. Spodní nákladový prostor musí mít schopnost pojmout palety a kontejnery do rozměru standardu LD2, tedy disponovat dveřmi o minimálně 112 x 152 centimetrů.

Velikou výhodou by pro Společnost mohl být letoun vybavený sklopnou přídílí a rampou pro manipulaci a transport nadrozměrných zásilek. Tento parametr však není mezi požadavky Společnosti, jelikož tímto technickým provedením se mohou pochlubit jen některé typy letadel, z civilních B-747F a AN-124.

Co se týče automatizované nakládky a vykládky, jako nejrychlejší a na personál nejméně náročnou, se zdá využití mechanizovaných podlah v nákladových prostorech. Systém motorizovaných podavačů kulovitého a válcového tvaru a vymezujících kolejnic umožňuje nakládku a vykládku za přítomnosti jedné osoby. Tento parametr jsem vyhodnotil jako zcela nutný.

### 3.4 Garance prostření o stálé teplotě v nákladovém prostoru

Pro přepravu živého nákladu (skot, závodní koně, ovce atd.) a rychle se kazícího zboží (ovoce, zelenina a okrasné květiny) je potřeba, aby byla v nákladovém prostoru udržována stálá teplota, vlhkost a podíl oxidu uhličitého. Při stání letadla je teplota v nákladovém prostoru zajišťována vlastní pomocnou motorovou jednotkou (APU), která poskytuje energii pro klimatizační systém. Rovněž se dá použít externí klimatizační jednotka firmy zajišťující letištní odbavení. Za letu je pak tato funkce plně v režii hlavního systému klimatizace letounu.

Pro přepravu živých zvířat se dá hovořit o rozsahu teplot od 4 °C do 37 °C (nižší teploty jsou většinou pro velká zvířata, teploty až 37 °C pak pro jednodenní kuřata v kartonových přepravních bednách).<sup>[6]</sup>

Rozsahem teplot pro přepravu farmaceutického materiálu se zde nebudeme zabývat, jelikož tento bývá uložen ve speciálních kontejnerech s vlastní atmosférou (například výrobky firmy C-Safe schválené do leteckého provozu agenturou EASA.

Hodnoty oxidu uhličitého a vlhkosti nejsou přímo regulované klimatizačním systémem letounu, ale vyplývají z teploty na výstupu z klimatizace a množství a typu nákladu a doby letu.

### 3.5 Analýza nákladů letu na trati Ostrava-Hong Kong

V rámci analýzy trati Ostrava-Hong Kong a zpět budeme prověřovat dobu letu a náklady na palivo, přeletové poplatky, přistávací a přiblížovací poplatky a případně nutnost využití letiště pro technické mezipřistání (tankování paliva). K těmto výpočtům využijeme software firmy Lido, která je součástí koncernu Lufthansa. Další podobný systém, rovněž celosvětově využívaný, pochází od koncernu Boeing a nazývá se Jeppesen. Rozdíly mezi výstupními daty obou letových plánů jsou marginální, a proto jsme se rozhodli využívat evropský produkt.

Výstupem softwaru Lido je provozní letový plán (OFP), který pracuje se vstupními daty leteckého provozovatele-Společnosti, jakými jsou platící zatížení neboli payload, trať letu, ekonomická výška/letová hladina, čas vzletu nebo přistání závislý na provozních dobách letišť, počasí a zvolená ekonomická rychlost letu. Takto generovaná trať letu bude potom

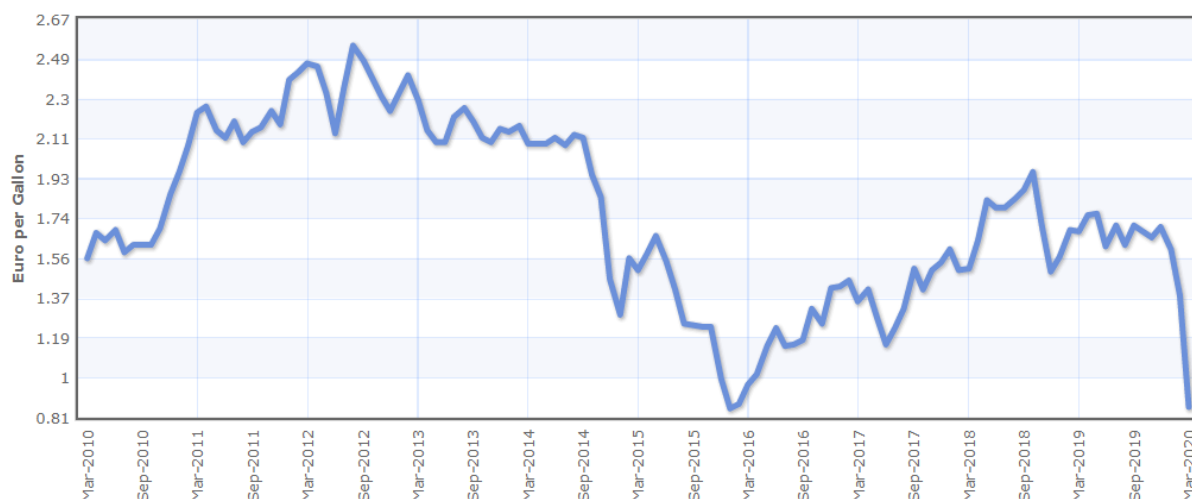
konfrontována s možnostmi a kapacitou letových cest a letišť, tedy systémem řízení letového provozu jednotlivých zemí a provozovateli letišť.

V této práci budeme analyzovat provozní letové plány pro všechny čtyři typy letounů, které nám poskytnou významná data pro další výpočet ekonomičnosti jejich provozu, ze kterých lze jmenovat: dobu letu, celkovou dobu letu, spotřebu paliva a použité vzdušné prostory tedy přeletové a přistávací poplatky.

### 3.5.1 Náklady na palivo

Výrazný vliv na přímé provozní náklady má samozřejmě cena paliva, kterou ovlivňuje řada faktorů a stává se tak velmi nestabilní a nelehce předvídatelná. Mezi faktory ovlivňující cenu leteckého petroleje patří nestabilní geopolitická situace ve světě, především na Středním východě, kde je těžba ropy soustředěna. Fluktuace aktuální ceny paliva může někdy vést k rozhodnutí nevstupovat na nebo zcela opustit provozovanou trať. Proto je doporučeno analyzovat danou trať při různých scénářích ceny paliva, přičemž první z nich bude pro nejvyšší cenu paliva v období posledních deseti let. V srpnu 2012 dosáhla cena leteckého petroleje 2,55 Euro za americký galon - tuto hodnotu bychom tedy použili pro nejkritičtější scénář provozu. Desetiletý průměr činí 1,54 Euro - tento údaj bychom zahrnuli do kalkulací dlouhodobé strategie Společnosti. Naopak nejnižší cena za minulých deset let, 0,86 Euro za galon, by se objevila jen v informativním výpočtu palivově nejoptimističtějšího scénáře.

### Vývoj ceny leteckého paliva v období březen 2010 až březen 2020



Obrázek 1 Cena leteckého paliva [7]

### 3.5.2 Náklady na přeletové a přistávací poplatky

#### 3.5.2.1 Přeletové poplatky

V evropském vzdušném prostoru je koordinátorem výběru přeletových poplatků, tzn. poplatků za letové navigační služby ŘLP, organizace Eurocontrol. V nečlenských zemích se tyto finanční transakce řídí mezinárodní Mnohostrannou úmluvou o letových poplatcích.

Systém výpočtu tohoto poplatku je publikován v Letecké informační příručce (AIP) každé členské země ICAO.

#### Hmotnost (p)

Vzorec pro výpočet: Faktor hmotnosti:  $p = \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$

#### Vzdálenost (d)

Vzdálenost  $d$  je ortogonální vzdálenost od letiště vzletu/bod vstupu do prostoru a bodem výstupu/letištěm přistání v kilometrech.

Pro výpočet se v prostorech letiště vzletu a přistání ubere ze vzdálenosti 20 km.

Vzorec pro výpočet: Faktor vzdálenosti:  $d = \frac{\text{vzdálenost}}{100}$

### **Přeletová jednotka (N)**

Vzorec pro výpočet:  $N = d * p$

### **Poplatek za let ve vzdušném prostoru (r)**

Vzorec pro výpočet:  $r = T * N$

Kde  $t$ =sazba poplatku za přeletovou jednotku

#### 3.5.2.2 Přistávací poplatky

Přistávací poplatky určuje provozovatel daného letiště a jsou publikovány v Letecké informační příručce. Výpočet této částky je závislý na maximální vzletové hmotnosti letounu definované letovou příručkou a výši tohoto poplatku za každou jednu tunu této hmotnosti.

#### 3.6 Systém údržby

Aerolinie a ostatní letečtí provozovatelé velkých letadel s turbínovými motory jsou povinni při jejich údržbě velmi pečlivě plnit povinnosti definované leteckými úřady, jakými jsou v USA FAA a v Evropě EASA. Systémy údržby vydává každý výrobce takovýchto letounů (OEM), přičemž tyto dokumenty musí být analyzovány a schváleny leteckými úřady. Teprve poté je mohou letečtí provozovatelé, přesněji řečeno jejich certifikovaná střediska údržby nebo externí organizace údržby (MRO), implementovat do svých provozních specifikací. V Evropě se údržbou takovýchto letounů mohou zabývat střediska schválená podle předpisu EASA Part 145, které zodpovídají za jejich technický stav na legálním základě správy daného letounu v jejich systému CAMO. U dopravních letadel je standardně systém údržby strukturován do následujících úrovní: traťová údržba, prohlídky A, B, C a D a individuální revize podvozků a pohonných jednotek či menších agregátů. Nutnost provedení jednotlivých prohlídek je dána především: letovými hodinami, cykly (vzlet/přistání, počet spouštění motorů apod.) a dobou, tzv. kalendářním limitem.

## Line check

Je prováděn na odbavovací ploše každý den před prvním letem. Kontrolují se pneumatiky, brzdy, hladiny provozních kapalin, povrch letounu a záchranné vybavení. <sup>[8]</sup>

## A check

Je prováděn přibližně každých 400-600 letových hodin v závislosti na typu letounu. Obvyklá časová náročnost této prohlídky je mezi 50-70 normohodinami pracnosti a je zkontrolováno veškeré osvětlení, pohonné jednotky a provozní kapaliny. <sup>[8]</sup>

## B check

V závislosti na typu letounu je tato údržba realizována každých 6-8 měsíců a zabere 160-180 normohodin pracnosti. Nyní se kontroly typu B čím dál více začleňují do prohlídek typu A a vykonávají se pouze na několika málo typech letounů. <sup>[8]</sup>

## C check

Prohlídka typu C se provádí přibližně každých 20-24 měsíců nebo při určitém počtu nalétaných hodin udávaných výrobcem. Tato kontrola zabere jeden až dva týdny, je na ni potřeba okolo 6 000 hodin lidské práce a vyšší úroveň technického zabezpečení oproti předešlým prohlídkám. <sup>[8]</sup>

## D check

Je nejkomplexnější a nejnáročnější prohlídka letounu. Je prováděna každých 6-10 let a je při ní rozebráno víceméně celé letadlo. Dokonce i nátěr je z povrchu letadla odstraněn, aby mohly být všechny drakové části prohlédnuty, zda v nich nejsou případné trhliny. Vzhledem k velké finanční a časové náročnosti této prohlídky, je nutné ji naplánovat s dostatečným předstihem. <sup>[8]</sup>

Cílem každého leteckého provozovatele je samozřejmě dosažení co nejvyšší ziskovosti při zachování bezpečnostních standardů a legálních obchodních postupů. Proto si bude vybírat vždy typ letounu, který nejlépe bude vyhovovat dané trati a payloadu. Programy údržby byly vytvořeny na základě dlouhodobých zkušeností výrobců a provozovatelů. Při

standardním typu provozu se proto provozovatel bude snažit dosáhnout počtu letových hodin a cyklů v limitujícím kalendářním období pro určitou prohlídku. Tím dosáhne maximální efektivity při utilizaci dané technologie.

### 3.7 Provozní náklady

Při koupi nového letadla musí aerolinie pečlivě zvážit částku na jeho pořízení. Ta se obecně řečeno musí rovnat jeho schopnosti navýšit zisk společnosti mínus horní mezní hodnotu k jeho získání. Ziskovost aerolinií dnes závisí na určení tratí, hustotě provozu, poptávce na převoz zboží a výkonů konkrétního typu letounu. Proto bude nutné určit pro každý letoun náklady životního cyklu (NZC-náklady pokrývající životnost). Kromě nákladů na pořízení letadla (kupní cena) jsou dalšími dvěma hlavními komponenty tvořícími NZC přímé provozní náklady (PPN-Přímé provozní náklady) a nepřímé provozní náklady (NPN). Přímé provozní náklady jsou přímo spjaté s typem letadla, zatímco nepřímé jsou závislé na konkrétní strategii aerolinií a její struktuře. Přesná analýza PPN je proto nejvýznamnějším úkolem při volbě nového typu stroje.

PPN, přímé provozní náklady, můžeme vypočítat různými metodami. Pro tuto studii využiji postup publikovaný Asociací evropských aerolinií (Association of European Airlines-AEA), který byl představen v roce 1990.



### 3.7.1 Faktor využití

Využití ( $U$ ) je dáno poměrem celkového počtu hodin za rok, kdy je letoun k dispozici pro letové operace ( $t_{rok}$ ), a počtu hodin celkové doby letu  $t_{blok}$  a transičního času mezi jednotlivými lety (TAT). Hodnotu  $t_{blok}$  získáme jako průměr celkové doby letu za specifické období. Oba parametry jsou určeny délkou tratě a všeobecně je definuje následující tabulka. <sup>[9]</sup>

Všeobecný faktor využití

Vzdálenost v NM	$t_{rok}$ (h)	TAT (h)
<1000	4000	0,5
1000–2000	5100	1,4
>2000	6500	3,0

Tabulka č. 2 Faktor využití <sup>[9]</sup>

$$U = \frac{t_{rok}}{(t_{blok} + TAT)}$$

### 3.7.2 Finanční náklady

K analýze finančních nákladů přistupujeme prostřednictvím několika kroků. Prvním z nich bude celková investice (CI), která je dána cenou letadla (CLV) a prvotní zásobou náhradních dílů. Náklady na náhradní díly draku (NDD) představují přibližně 10 % jeho ceny a náhradní díly pohonných jednotek (NDP) dosahují až 30 % celkové ceny motoru a jeho příslušenství dle ceníku výrobce. <sup>[9]</sup>

$$CI = CLV + NDD + NDP$$

CI...Celková investice

CLV...Cena letadla dle výrobce

NDD...Náhradní díly draku

NDP...Náhradní díly pohonných jednotek

$$NDD = 0,10 * (CLV - CMV * n_m)$$

CMV...Cena motoru dle výrobce

$n_m$ ...Počet motorů

$$NDP = 0,30 * CMV * n_m$$

### 3.7.3 Náklady na údržbu draku

Náklady na údržbu draku (NUD) se rovnají součtu lidské práce při údržbě draku (LUD) a materiálu spotřebovaného při údržbě draku (MUD). Bohužel jak hodnotu LUD tak MUD se mi coby studentu nepodařilo získat. Přestože jsem laskavě požádal o tyto informace několik evropských MRO a leteckých společností, které mají vlastní organizaci údržby, byl jsem odmítnut s odůvodněním, že se jedná o citlivé informace. Lze předpokládat, že výše LUD bude kolísat v závislosti na regionu, ve kterém se MRO nachází, a naopak hodnota MUD bude přibližně stejná, jelikož organizace údržby musí pracovat s certifikovanými díly. I přes tento handicap uvádím systém výpočtu LUD a MUD. <sup>[9]</sup>

$$NUD = LUD + MUD$$

$$LUD = (0,09 * CHD + 6,7 - \left( \frac{350}{CHD + 75} \right)) * (0,8 + 0,68 * t_l) * R_{práce}$$

$$MUD = CDL * 4,2 + 2,2 * t_l$$

Kde  $t_f$  je doba letu, CHD představuje celkovou hmotnost draku,  $R_{práce}$  jsou náklady na provedenou práci, PHL prázdná hmotnost letadla dle výrobce, a nakonec je to cena draku letadla (CDL), která se rovná CLV minus cena motorů. Letový čas je vždy o 0,25 hodiny kratší než úsekový čas ( $t_l = t_{úsek} - 0,25$ ) a CHD je definována jako PHL pod odečtení hmotnosti motorů. <sup>[9]</sup>

### 3.7.4 Náklady na údržbu motorů

Náklady na údržbu motorů (NUM) jsou definovány jako součet nákladů lidské práce při této činnosti (LUM-náklady na lidskou práci při údržbě motorů) a spotřebovaného materiálu (MUM-náklady na materiál spotřebovaný při údržbě motorů). Zde opět platí totéž, co jsem uvedl u nákladů na údržbu draku, tedy nedostatek informací o cenách LUM

i MUM, které hrají významnou roli v konkurenčním boji organizací údržby a představují v podstatě „obchodní tajemství“. [9]

$$NUM = n_m * (LUM + MUM) * (t_l + 1,3)$$

$$LUM = 0,21 + C_1 * C_3 * (1 + T_{hm})^{0,4} * R_{práce}$$

$$MUM = 2,56 * (1 + T_{hm})^{0,8} * C_1 * (C_2 + C_3)$$

Kde  $T_{hm}$  je tah motoru na hladině moře a  $C_1, C_2, C_3$  jsou definované specifikacemi motorů.

$$C_1 = 1,27 - 0,2 * OPM$$

$$C_2 = 0,4 * \left(\frac{CKP}{20}\right)^{1,3} + 0,4$$

$$C_3 = 0,032 * n_k + 0,57$$

Kde OPM je obtokový poměr dvouproudových motorů, CKP představuje celkový kompresní poměr a  $n_k$  počet stupňů kompresoru.

Za zmínku také stojí skutečnost, že navyšování počtu motorů nemusí vždy znamenat výrazné zvýšení nákladů na údržbu. Tento efekt vzniká díky parametru tahu motorů, tedy u například čtyřmotorových strojů jsou to motory o nižším tahu.

### 3.7.5 Celkové přímé provozní náklady

Při zvážení všech klíčových faktorů podílejících se na tvorbě přímých provozních nákladů, budeme do této skupiny počítat tyto:

$$PPN = CI + \text{Náklady na posádky} + \text{Přeletové a další poplatky} \\ + \text{Náklady na údržbu} + \text{Cena paliva} + \text{Neplánované výdaje}$$

Kde PPN jsou celkové přímé provozní náklady. Náklady na posádky pouze uvádíme jako položku. V této práci se jimi nezabýváme, jelikož všechna analyzovaná letadla jsou certifikována pro provoz ve dvojčlenné posádce a náklady na ně jsou velmi podobné.

V sekci Provozní náklady jsme zmínili některé faktory pomocí matematických vzorců, jejichž členy jsou data, ke kterým je velmi nesnadný přístup. V podstatě se dá říci, že tyto informace můžete získat od výrobce nebo leasingové společnosti navázané na výrobce až během pokročilých fází jednání o koupi či pronájmu stroje. V této studii je tedy uvádíme coby další cestu detailnější analýzy efektivity jednotlivých typů letadel. <sup>[9]</sup>

### 3.8 Dostupnost

Dostupností v naší studii rozumíme možnost zakoupení či pronájmu letounu daného typu v časovém limitu daným cílovým klientem. Jelikož je letectví velmi dynamický obor citlivý na ekonomické a politické změny, je rovněž dostupnost nákladních letounů nestálá. Jednou z možností je zakoupení či leasing letounu přímo u výrobce nebo jeho vlastní leasingové dceřiné společnosti. Další cestou k získání stroje je kontrakt s leasingovou společností, která se specializuje na letectví a díky rozsáhlým objednávkám u výrobců, dosahuje výrazných množstevních slev. Tyto společnosti obchodují jak s novými, tak již použitými letouny. V této studii jsme u nových strojů pracovali s kapacitou výrobních linek výrobců a zatím nerealizovaných objednávek. U již provozovaných letounů jsem využil informací leasingových společností, které se mnou byly ochotny komunikovat.

## 4 Proces výběru letounu

### 4.1 Boeing 767 - 300F

Boeing 767 - 300F je středně velký nákladní letoun pro středně dlouhé až dlouhé tratě. Toto letadlo vyrábí firma Boeing. První let typu se uskutečnil 26. září 1981. Nákladní verze 767 se poprvé objevila v roce 1995, a to v barvách firmy UPS. Největšími provozovateli jsou FedEx, UPS, Delta Airlines a Qantas. Firma FedEx uskutečnila v roce 2015 největší objednávku na cargo verzi, a to 50 kusů – letouny by měly být dodávány postupně od roku 2018 do roku 2023. Jako prvním dvumotorovému letounu se B767 podařilo získat certifikát pro lety podle ETOPS (Extended Range Twin-Engine Operation Performance Standards).<sup>[10]</sup>

Některé kusy původně pasažérské verze boeingu 767-300 mohou být také modifikovány na nákladní, a to ve chvíli kdy již jsou pro transport cestujících technicky či morálně zastaralé. Takto získaly označení B767-300 BCF (Boeing Converted Freighter). První kus přestavěné verze představila singapurská firma ST Aerospace Service a dodán byl v roce 2018 japonské společnosti All Nippon Airways. Tato modifikace zahrnuje instalaci větších cargo dveří a zesílení podlahy pro převoz zboží s větším plošným zatížením. Původní klimatizační jednotka, APU, byla vyměněna za výkonnější. V roce 2019 bylo provozováno celkem 161 kusů Boeingu 767-300F a v nadcházejících letech má být dodáno dalších 61 kusů různým společnostem.

Boeing 767AST je letoun používaný k monitoringu drah balistických střel. Přestavba začala v červnu 1984 ve firmě Space and Communications. Na horní část trupu byl nainstalován 26 metrů dlouhý kryt, ve kterém se nachází elektronika pro detekci raket. Zaručený efektivní dosah radioelektronického vybavení typu B767AST je přibližně tisíc námořních mil. Tento kus je využíván americkou armádou. Posádku tvoří 2 piloti a 14 operátorů elektronického systému.

Jednou z dalších verzí verzatilní 767 je E-767 AWACS (Airborne Early Warning and Control System), letoun včasné výstrahy. Tento armádní speciál vychází z Boeingu 767-200. Nese na trupu radar s otočnou anténou o průměru celých 9 metrů, který je schopen

sledovat až 600 cílů v jednom časovém úseku do vzdálenosti 520 kilometrů. Využívá jej Francie, Japonsko, Spojené státy americké a Saudská Arábie. <sup>[10]</sup>

Boeing KC-767 je vojenská verze Boeingu 767-200ER určená pro převoz a tankování paliva za letu. Vývoj tohoto letounu byl financován přímo firmou Boeing, jelikož očekávala významnou zakázku od amerického letectva, ve které soupeřila s tankerem evropského konsorcia Airbus na bázi A330. V tenderu nakonec Boeing zvítězil a přes menší potíže je tankovací 767 u USAF provozován. Dalšími významnými uživateli tohoto stroje jsou ozbrojené a obranné síly Itálie a Japonska.

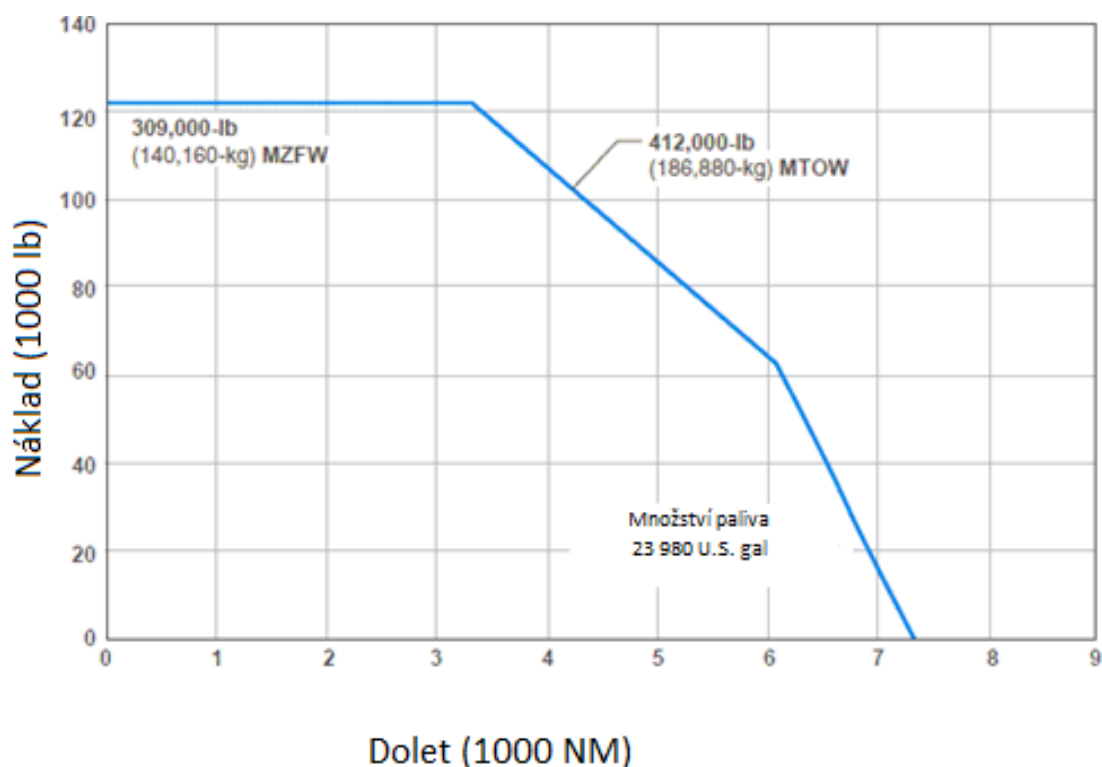
### Boeing 767-300 Freighter

<b>Cargo</b> Maximální hmotnost nákladu: 52 700 kg Celkový objem cargo prostoru: 438 m <sup>3</sup> Hlavní cargo prostor: 336 m <sup>3</sup> Spodní paluba: 102 m <sup>3</sup>
<b>Pohonné jednotky</b> GE CF6-80C2B7F o tahu 62 100 lb
<b>Maximální vzletová hmotnost</b> 185 060 kg
<b>Dolet</b> 3 225 NM (6 025 km) s maximálním užitečným zatížením
<b>Cestovní rychlost</b> Mach 0.80, 850 km/h, v 35 000 stop
<b>Základní rozměry</b> Rozpětí: 47,6 m Délka: 54,9 m Výška: 15,9 m Šířka vnitřního prostoru: 4,7 m

Tabulka č. 3 Základní specifikace B767-300F <sup>[11]</sup>

#### 4.1.1 Maximální možná hmotnost platícího zatížení

Boeing 767-300F má maximální užitečné zatížení neboli payload 52,7 tun. S tímto nákladem disponuje doletem pouhých 3 400 námořních mil. Aby tedy splnil požadavky Společnosti, bude muset na cestě vykonat mezipřistání a také odlétat relativně vysoký počet rotací mezi Ostravou a Hong Kongem tak, aby za vymezený čas přepravil požadovanou tonáž nákladu.



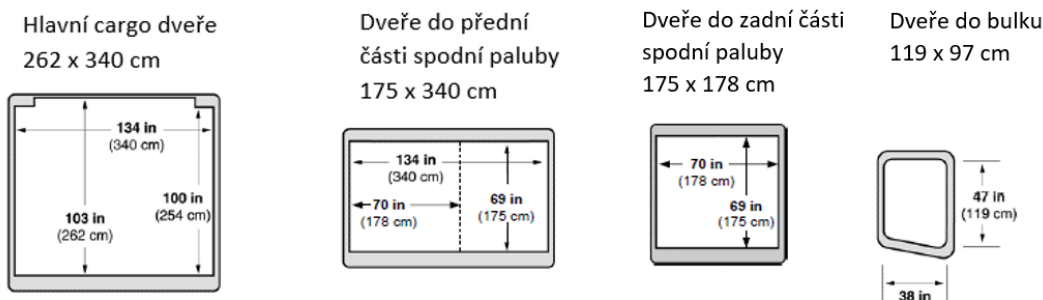
Obrázek 2 Dolet v závislosti na hmotnosti B767-300F <sup>[12]</sup>

#### 4.1.2 Minimální požadovaný objem nákladových prostorů

Celkový objem všech nákladových prostor činí 438 m<sup>3</sup>. Horní neboli hlavní paluba má objem 336 m<sup>3</sup> a spodní 102 m<sup>3</sup>. Do horního cargo prostoru je umísťován nejtěžší náklad, zatímco do spodního náklad s nižším plošným zatížením a samozřejmě méně náročný na objem. S délkou hlavní paluby 39,8 metrů lze do trupu naložit například 24 palet o rozměru 235 x 317 cm. Do spodní části letounu 30 standardních kontejnerů LD-2 nebo 15 větších kontejnerů LD-1. Do tzv. bulku lze naložit volně ložený náklad o hmotnosti 2 925 kg.

#### 4.1.3 Rozměry nákladových dveří pro všeobecné cargo a nutnost automatizované nakládky

Boeing 767-300F má 4 typy dveří pro nakládku a vykládku nákladu. Hlavní cargo dveře disponují rozměry 262 x 340 cm (výška x šířka) a jsou využívány pro největší zásilky. Dvojice dveří vedoucí na spodní palubu mají rozměry 175 x 340 cm a druhé 175 x 178 cm. Nejmenší dveře do tzv. bulku pak 119 x 97 cm.



Obrázek 3 B767F nákladové dveře [12]

Horní i spodní paluba je vybavena PDU (Power Drive Unit) systémem, který zjednodušuje a zrychluje nakládku a upevnění velkých kontejnerů a palet. K obsluze tohoto zařízení stačí jeden operátor tzv. load master, který přemísťuje kontejnery pouze pomocí joysticku na místo.

#### 4.1.4 Garance prostředí o stálé teplotě v nákladovém prostoru

V letadle lze nastavit v každém jednotlivém nákladovém prostoru specifickou teplotu. Rozmezí teplot, které můžeme zvolit, vyhovuje pro převoz zboží vyžadující například nízkou teplotu pro květiny, léky a čerstvé potraviny, nebo naopak živá zvířata, která vyžadují teplotu až 26 °C.

#### 4.1.5 Trať Ostrava-Hong Kong

Letoun B767-300F disponuje maximálním payloadem 52,4 tun. Aby jeho použití Společností pro přepravu 350 tun týdně na dané trati bylo akceptovatelné, bude muset během těchto sedmi dnů odlétat více rotací než tři nebo čtyři. Po stránce přímých nákladů se na první pohled tato varianta může zdát jako nevýhodná, je potřeba však říci, že většina logistických firem preferuje maximální počet frekvencí za daný časový úsek. Aby B767F odvezl 350 tun v každém směru bude muset realizovat sedm rotací týdně. Na našich plánovaných letech budeme uvažovat s platícím zatížením rovných padesáti tun. Bohužel při tomto množství payloadu není schopen tento nákladní letoun realizovat danou trať bez technického mezipřistání pro doplnění pohonných hmot. Pro zachování maximální efektivity doporučují letečtí výkonoví inženýři rozdělit v tomto případě trať na krátký a dlouhý úsek, a právě tento postup prezentují následující dva provozní letové plány.



# Provozní letový plán

LKMT-URWA				Strana 1	
[ OFP ]					
-----					
N618SB 24MAR2020 LKMT-URWA B76F N618SB RELEASE 1809 24MAR20 OFP 1					
MOSNOV-ASTRAKHAN					
WX PROG 2418 2421 2500 OBS 2412 2412 2412					
ATC C/S N618SB LKMT/OSR URWA/ASF CRZ SYS CI219 24MAR2020					
N618SB 1755/1815 2053/2101 GND DIST 1243					
B767-300F / CF6-80C2B6F STA 2110 AIR DIST 1230					
CTOT:.... G/C DIST 1210					
AVG WIND 259/051					
MAXIMUM TOW 186880 LAW 147871 ZFW 140160 AVG W/C P038					
ESTIMATED TOW 160038 LAW 146832 ZFW 138732 AVG ISA M003					
AVG FF KGS/HR 11580					
FUEL BIAS P00.0					
ALTN UBBY TKOF ALTN .....					
FL STEPS LKMT/0330/					
-----					
DISP RMKS NIL					
-----					
PLANNED FUEL					
-----					
FUEL	ARPT	FUEL	TIME		
-----					
TRIP	ASF	14733	0252		
CONT 15 MIN		1280	0015		
ALTN	SCO	3904	0048		
FINRES		2107	0030		
-----					
MINIMUM T/OFF FUEL		22024	0425		
-----					
EXTRA		0	0000		
-----					
T/OFF FUEL		22024	0425		
TAXI	OSR	454	0020		
-----					
BLOCK FUEL	OSR	22478			
PIC EXTRA		.....			
TOTAL FUEL		.....			
REASON FOR PIC EXTRA .....					
-----					
NO TANKERING RECOMMENDED (P)					

LKMT-URWA		Strana 2
ALTERNATE ROUTE TO:		FINRES 2087 APT
TRK DST	VIA	FL WC TIME FUEL
UBBY/33 191 290 UP1A UP B945 MKL B143 KUFAN 340 P000 0057 4913		
-----		
MEL/CDL ITEMS DESCRIPTION		
-----		
ROUTING:		
ROUTE ID: DEF RTE		
LKMT/04 NETIR2H NETIR Z121 SKAVI L984 DIBED N983 SORON M986 SLV M70 BEMBI L980		
PEKIT A83 TAGAN L980 TAMAK A87 TIKNA URWA/09		
-----		
DEPARTURE ATC CLEARANCE:		
.		
.		
.		
-----		
OPERATIONAL IMPACTS		
-----		
WEIGHT CHANGE UP 1.0	TRIP P 0062 KGS	TIME M 0000
WEIGHT CHANGE DN 1.0	TRIP M 0069 KGS	TIME P 0000
FL CHANGE UP FL1	TRIP M 0001 KGS	TIME P 00000
FL CHANGE DN FL1	TRIP P 0225 KGS	TIME M 0000
FL CHANGE DN FL2	TRIP P 0664 KGS	TIME M 0003
SPD CHANGE CI 0	TRIP M 0210 KGS	TIME P 0007
SPD CHANGE CI 250	TRIP P 0081 KGS	TIME M 0000
-----		

ATIS: . .

RVSM: ALT SYS LEFT: STBY: RIGHT:

# TIMES

	ESTIMATED	SKED	ACTUAL
OUT	1755Z/1855L	1755Z/1855L	.....Z
OFF	1815Z/1915L	1815Z/1915L	.....Z
ON	2053Z/0053L	2102Z/0102L	.....Z
IN	2101Z/0101L	2110Z/0110L	.....Z
BLOCK TIME	0306	0315	.....

# WEIGHTS

	EST	MAX	ACTUAL
PAX	2		.....
CARGO	49.8		.....
PAYLOAD	50.0		.....
ZFW	138.9	140.2	.....
FUEL	22.5	24.1	..... POSS EXTRA 1.0
TOW	161.0	162.6	LDG.....
STAB TRIM			.....
LAW	146.2	147.9	.....

URWA-VHHH				Strana 1	
[ OFP ]					
					-----N618SB
24MAR2020 URWA-VHHH B76F N618SB RELEASE 1812 24MAR20 OFP 1					
ASTRAKHAN-HONG KONG INTL					
WX PROG 2421 2500 2503 2506 2509 OBS 2412 2412 2412 2412 2412					
ATC C/S		N618SB	URWA/ASF	VHHH/HKG	CRZ SYS CI 280
24MAR2020		N618SB	2220/2240	0543/0551	GND DIST 3704
B767-300F / CF6-80C2B6F		STA 0600			AIR DIST 3463
CTOT:....					G/C DIST 3460
					AVG WIND 259/051
MAXIMUM TOW 186880 LAW 147871 ZFW 140160					AVG W/C P038
ESTIMATED TOW 182149 LAW 144534 ZFW 138732					AVG ISA M003
					AVG FF KGS/HR 11580
					FUEL BIAS P00.0
ALTN VMMC					TKOF ALTN .....
FL STEPS URWA/0370/					
					-----DISP
RMKS NIL					
-----					
PLANNED FUEL					
-----					
FUEL	ARPT	FUEL	TIME		
-----					
TRIP	HKG	41902	0731		
CONT 5%		2095	0023		
ALTN	MFM	2054	0029		
FINRES		2146	0030		
ETOPS/ETP		0	0000		
-----					
MINIMUM T/OFF FUEL		48197	0853		
-----					
EXTRA		0	0000		
-----					
T/OFF FUEL		48197	0853		
TAXI	ASF	454	0020		
-----					
BLOCK FUEL	ASF	48651			
PIC EXTRA .....					
TOTAL FUEL .....					
REASON FOR PIC EXTRA .....					
-----					
NO TANKERING RECOMMENDED (P)					
-----					

URWA-VHHH										Strana 2	
ALTERNATE ROUTE TO:								FINRES 2139 APT			
TRK DST	VIA				FL	WC	TIME	FUEL			
-----											
VMMC/16	242	70	DCT PORPA	DCT RAMEN	DCT SOKOE	050	M008	0014	2054		
DCT HAZEL DCT											
-----											
MEL/CDL ITEMS DESCRIPTION											
-----											
ROUTING:											
ROUTE ID: URWA/09 ZG1A ZG G487 ATR A356 KZO G13 ARBOL B142 TOMGO A355 MNS L147											
KAMUD W186 SADAN Y1 OMBON B330 GYA A599 POU R473 SIERA SIERA7A VHHH/07R											
-----											
DEPARTURE ATC CLEARANCE:											
.											
.											
.											
-----											
OPERATIONAL IMPACTS											
-----											
WEIGHT CHANGE UP 1.0			TRIP P 0163 KGS			TIME P 0000					
WEIGHT CHANGE DN 1.0			TRIP M 0251 KGS			TIME P 0000					
FL CHANGE UP FL1			NOT AVAILABLE								
FL CHANGE DN FL1			TRIP P 0906 KGS			TIME M 0002					
FL CHANGE DN FL2			TRIP P 2944 KGS			TIME M 0004					
SPD CHANGE CI 0			TRIP M 0948 KGS			TIME P 0024					
SPD CHANGE CI 250			TRIP M 0264 KGS			TIME P 0001					

URWA-VHHH			Strana 3
ATIS: . .			
-----			
RVSM: ALT SYS LEFT:		STBY:	RIGHT:
-----			
TIMES			
-----			
	ESTIMATED	SKED	ACTUAL
OUT	2220Z/0220L	2220Z/0220L	.....Z
OFF	2240Z/0240L	2240Z/0240L	.....Z
ON	0543Z/1343L	0552Z/1352L	.....Z
IN	0551Z/1351L	0600Z/1400L	.....Z
BLOCK TIME	0731	0740	.....
-----			
WEIGHTS			
-----			
	EST	MAX	ACTUAL
PAX	2		.....
CARGO	49.8		.....
PAYLOAD	50.0		.....
ZFW	138.7	140.2	.....
FUEL	48.7	48.7	..... POSS EXTRA 0.0
TOW	186.9	186.9	TOW.....
STAB TRIM			.....
LAW	145.5	147.9	.....

Z prvního OFP, který definuje kratší část trati, konkrétně spojení Ostrava-Astrachaň, lze vyčíst, že doba letu je pouhé 2 hodiny 52 minut. Toto město v Ruské federaci jsme vybrali jako nejvhodnější s ohledem na schopnost B767F pokračovat odtud s payloadem padesáti tun až do Hong Kongu. Dalšími faktory byly dvě nezávislé vzletové a přistávací dráhy, kde každá je vybavena postupy přístrojového přiblížení z obou směrů; nízká nadmořská výška letiště ovlivňující výkony letounu při vzletu a přistání; nízké hodnoty statistických větrů po celý rok a nepříliš hustý provoz ostatních aerolinií.

#### 4.1.6 Náklady na přeletové a přistávací poplatky

B767-300F: Faktor hmotnosti  $p = 1,92$

V následující tabulce lze vidět poplatky za vzdálenosti uletěné v jednotlivých FIREch s letounem B767-300F v Eurech.

### Přeletové poplatky B767-300F

FIR	VZDÁLENOST	PŘELETOVÁ JEDNOTKA	CENA ZA PŘELET
FIR PRAGUE	30 NM	45,10 €	109,20 €
FIR WARSAW	170 NM	45,63 €	275,09 €
FIR KYIV	661 NM	51,10 €	1200,89 €
FIR ROSTOV/DON	434 NM	110,00 € za 100 km	883,30 €
FIR AKTOBE	520 NM	73,00 € za 100 km	702,99 €
FIR SHYMKENT	539 NM	73,00 € za 100 km	728,54 €
FIR BISHKEK	225 NM	68 € za 100 km	282,88 €
FIR URUMQI	572 NM	48 € za 100 km	508,32 €
FIR LANZHOU	364 NM	48 € za 100 km	323,52 €
FIR KUNMING	569 NM	48 € za 100 km	505,44 €
FIR GUANGZHOU	399 NM	48 € za 100 km	354,24 €
FIR HONG KONG	75 NM	0,55 € za 1 NM	41,25 €
<b>CELKEM</b>			<b>5 915,66 €</b>

Tabulka č. 4 Cena za přeletové poplatky B767-300F

Ceny za uletěné vzdálenosti jsou uvedeny v AI Pech jednotlivých zemí. [33], [34], [35], [36], [37],

[38]

Přistávací poplatky v HKG činí 1824 €. [13]

Přistání v destinaci URWA činí 768 €.

#### 4.1.7 Náklady na palivo Ostrava-Hong Kong

Při tomto prvním úseku letoun spotřebuje 14 733 kg paliva a 454 kg při pojiždění v Ostravě. Tento let byl samozřejmě proveden s maximálním platícím zatížením padesáti tun. Celkovou dobu technického mezipřistání v Astrachani jsme stanovili na 1 hodinu 10 minut. Průměrně budeme muset doplnit přibližně 42 tun leteckého paliva, což při maximálním průtoku dle B767F AFM bude trvat 17 minut. Z uvedeného je zřejmé, že kalkulujeme dostatečnou časovou rezervu, přičemž stále bereme ohled na limity letové normy zatížení posádek.

Traťové palivo mezi URWA a VHHH činí 41 902 kilogramů a na dvacetiminutové pojiždění 454 kilogramů. Celková doba letu je 7 hodin a 31 minut. Jestliže budeme let mezi Ostravou a Hong Kongem s B767F sumarizovat, tak platí: celkový čas na trati dosáhl 10 hodin a 23 minut, přičemž celkový čas s pojižděním činil 11 hodin 43 minut. Za palivo za oba úseky zaplatí Společnost 29 264 Euro.

#### 4.1.8 Systém údržby B767-300F

Boeing B767-300F by v našem provozu na lince OSR-HKG-OSR odlétal týdně přibližně 145 hodin tak, aby převezl minimálně 350 tun zboží v každém směru. Znamenalo by to sedm rotací týdně, což je teoreticky dosažitelné, ovšem již zde dochází k problémům s alokací nutného času pro údržbu. Měsíční nálet stroje by dosahoval extrémní hodnoty 580 hodin. Pro C check B767-300F platí kalendářní limit 18 měsíců nebo 6 000 hodin. Hodinového limitu do C checku bychom tedy dosáhli velmi brzy, za přibližně deset měsíců. Z uvedeného je tedy zřetelné, že by B767-300F při tomto intenzivním využití musel trávit více dní v údržbě, než je plán pro efektivní provoz. V konečném důsledku by tak z důvodu povinné technické obsluhy nemohl uskutečnit přepravu 350 tun týdně. Obecně lze říci, že se B767-300F lépe uplatní na kratších tratích, které budou lépe vyhovovat jeho systému údržby. Boeing Commercial Airplanes (BCA) tento stroj zařazuje do skupiny na střední a dlouhé tratě. <sup>[14]</sup>

#### Typy údržby B767-300F

TYP	
A check	600 letových hodin
B check	NIL
C check	18 měsíců/6 000 letových hodin
D check	72 měsíců

Tabulka č. 5 Typy údržby B767-300F

#### 4.1.9 Dostupnost B767-300F

U tohoto letounu uvádí jeho výrobce Boeing Commercial Airplanes (BCA) cenu 220,3 milionů amerických dolarů. Tuto informaci uvádí Boeing ve svém ceníku datovaném k 1. 4. 2020. Toto je základní cena pro nákladní verzi bez jakýchkoliv speciálních modifikací a vylepšení, která výrobce nabízí–instalace EFB (Electronic Flight Bag), Head-up Display (HUD) či schopnost vzletu/přistání při složce zadního větru vyšší než 10 kt. Zde je potřeba také zmínit, že reálná cena, kterou odběratel výrobci nebo leasingové skupině nakonec zaplatí, bývá většinou předmětem obchodního tajemství a je nižší až o desítky procent.

U časové dostupnosti tohoto typu to bude již poněkud složitější. K 1. dubnu 2020 nenabízí žádná leasingová společnost zabývající se prodejem, leasingem či financováním letounů firmy Boeing typ B767F k dodání během příštích dvanácti měsíců. Důvodem pro



tuto skutečnost je především kapacita výrobní linky v Everettu, stát Washington. Dne 24. února 2011 totiž americké letectvo (USAF) podepsalo s firmou Boeing kontrakt na dodání tankovacích letounů založených na platformě B767. Stalo se tak poté, co Boeing zvítězil v tenderu nad upraveným Airbusem A330MRTT (Multi Role Tanker Transport), nabízeným společnostmi Airbus a Northrop Grumman. Smlouva zahrnovala počáteční dodávku osmnácti kusů tankovacích letounů, nyní již pod vojenským označením KC-46A, do konce roku 2017. Celkový počet tankerů nové generace založených na B767-200 se zdokonaleným plnicím systémem z KC-10 a avionikou z Boeingu 787 Dreamliner má dosáhnout osmdesáti kusů. Z výše uvedeného lze tedy predikovat, že možnost dodání B767F relativně malému provozovateli bude možná až v příštích čtyřech letech. Zcela jiné podmínky pro dodání mají samozřejmě giganty typu FedEx a UPS, které jsou navíc americkými či domácími společnostmi, majícími výrazný vliv na chod ekonomiky USA.

## 4.2 Boeing 777 F

Jedná se o nákladní verzi Boeingu 777-200LR, což je dvoumotorové širokotrupé letadlo pro lety na velkou vzdálenost. Jako první společnost na světě zařadila do své flotily nákladní verzi tohoto letounu Air France, a to 19. února 2009. K srpnu 2019 létá celkem 170 Boeingů 777F pro 23 společností, přičemž za největší provozovatele pokládáme americké FedEx a UPS.

Boeing 777 je největší dvoumotorový stroj na světě a také nejvyužívanější širokotrupé letadlo. Triple Seven, jak se tomuto typu přezdívá, má několik verzí: 777-100, 777-200, 777-200ER, 777-200LR WorldLiner, 777-300, 700-300ER a nejnovější 777X. Boeing 777 se chlubí nejsilnějšími a největšími sériově vyráběnými leteckými motory. Průměr vstupu vzduchu do pohonné jednotky General Electric GE90-110B1 je větší než průměr celého trupu nejmenšího Boeingu verze 737. Nejvýznamnějším provozovatelem pasažérské verze se stala v roce 2018 společnost Emirates, která vlastní 163 kusů těchto strojů. <sup>[15]</sup>

777-200LR WorldLiner byl dlouhou dobu letounem s největším doletem, který činí 17 395 km. V dnešní době byl překonán Airbusem A350 ULR, jehož dolet je 17 964 km. <sup>[15]</sup>

777X je nejnovější verzí tohoto typu. Při výrobě byly použity podobné postupy a technologie jako u Boeingu 787. Nové motory GE9X mají až o 20% nižší spotřebu paliva oproti starému typu GE90-110B1. Dalšími vylepšeními jsou sklopné konce křídla rovněž vyrobené z kompozitu, rozšíření kabiny a modernizace avioniky po vzoru Boeingu 787. Tato verze nabízí dvě varianty 777-8 a 777-9. První z nich má dolet 16 170 km a pojme 384 pasažérů, druhá pak převeze 426 cestujících na vzdálenost 13 500 km. Její první let se konal 25. ledna 2020. Nejvýznamnějším zákazníkem nové Triple Seven je německá společnost Lufthansa, která si objednala 20 kusů verze 9. <sup>[15]</sup>

B777 VIP je modifikovaná verze Boeingu 777-200LR. Místo 300 cestujících jich VIP verze dokáže převést pouze 40, avšak v největším luxusu. Přestavba zahrnuje kompletní výměnu interiéru.

KC-777 Tanker je armádní speciál určený k převozu vojáků, nákladu nebo paliva. Je uzpůsoben k tankování za letu a dokáže poskytnout až sto tun paliva jiným bojovým letounům. Využívá jej například americké letectvo. <sup>[15]</sup>

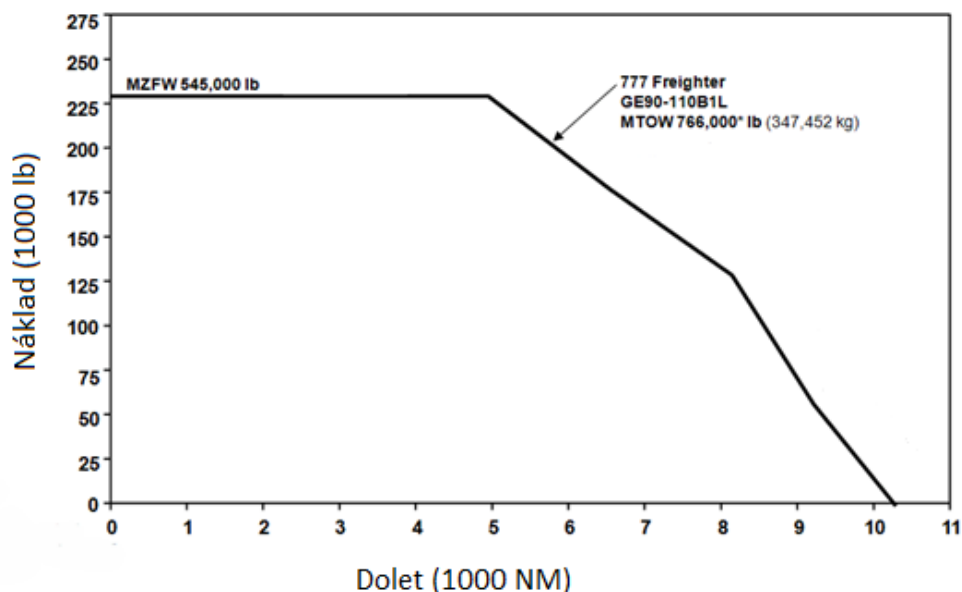
## Boeing 777 Freighter – parametry

Cargo
Maximální hmotnost nákladu: 102 800 kg
Celkový objem cargo prostoru: 620,2 m <sup>3</sup>
Hlavní cargo prostor: 518,2 m <sup>3</sup>
Spodní paluba: 102 m <sup>3</sup>
Pohonné jednotky
General Electric GE90-110B1
Maximální vzletová hmotnost
347 450 kilogramů
Dolet
4 880 NM (9 038 kilometrů) s maximálním zatížením
Cestovní rychlost
556 mph (896 km/h) v 35 000 feet
Základní rozměry
Rozpětí: 64,8 m
Délka: 63,73m
Výška: 18,99 m
Šířka vnitřního prostoru: 4,7 m

Tabulka č. 6 Základní specifikace B777F <sup>[16]</sup>

### 4.2.1 Maximální možná hmotnost platícího zatížení

Maximální hmotnost nákladu, který dokáže Boeing 777F převézt, je 102,8 tun. Při této hmotnosti nákladu má dolet 9 038 km. Pro Společnost je tudíž dolet letounu s tímto zatížením více než dostačující. V následujícím grafu vidíme křivku, která nám určuje, jakou vzdálenost můžeme uletět s určitým zatížením.



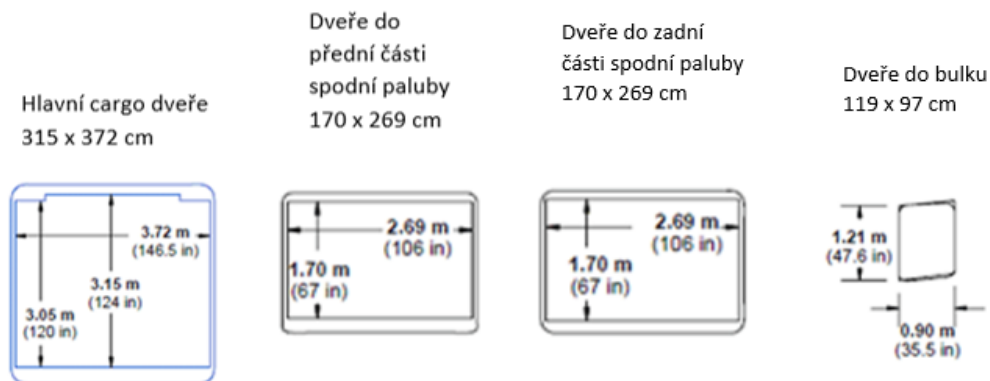
Obrázek č. 4 Dolet v závislosti na hmotnosti B777F <sup>[16]</sup>

#### 4.2.2 Minimální požadovaný objem nákladových prostorů

Celkový objem cargo prostoru je 620,2 m<sup>3</sup> a je rozdělen na horní a spodní palubu. Do hlavního cargo prostoru můžeme uložit náklad o objemu 518,2 m<sup>3</sup> a do spodního pak celých 102 m<sup>3</sup>.

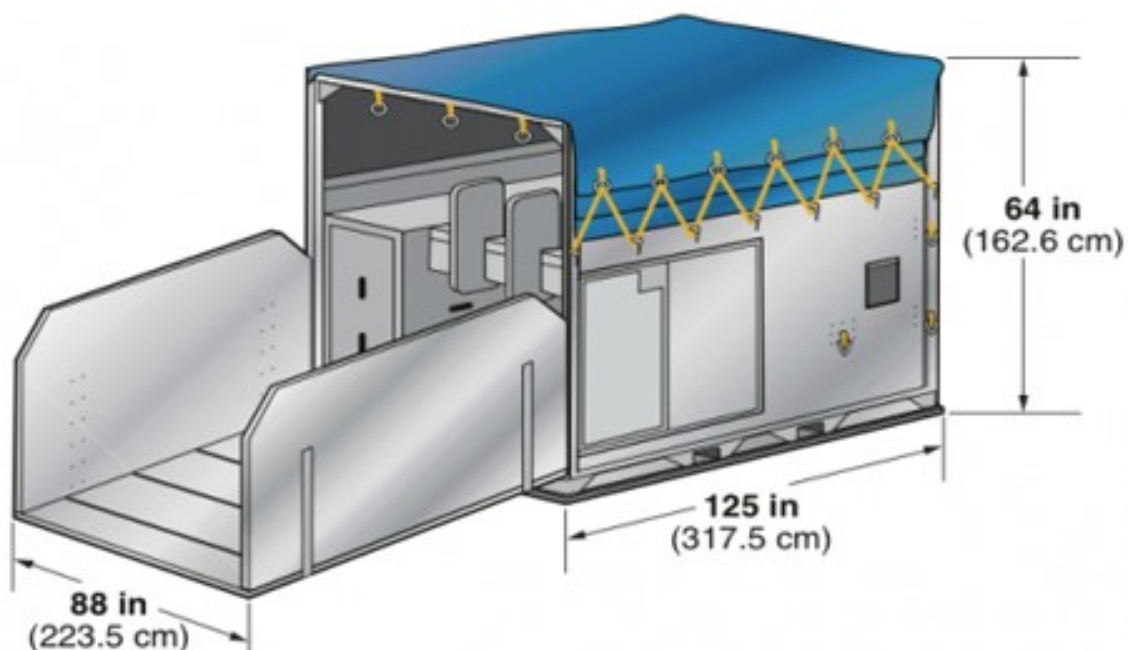
#### 4.2.3 Rozměry nákladových dveří pro všeobecné cargo a nutnost automatizované nakládky

Boeing 777F má tři typy dveří pro nakládku a vykládku zboží. Hlavní dveře, které vedou na horní palubu mají rozměry 315 x 372 cm (výška x šířka). Do tohoto cargo prostoru se počítá s naložením maximálně dvaceti sedmi palet. Spodní paluba má dveře o rozměrech 170 x 269 cm a je schopna pojmout 10 palet, 6 z nich je v přední části a 4 v zadní části letadla. Pro přepravu malého až středně velkého zboží by Společnost chtěla využívat tyto typy kontejnerů – LD-1, LD-3, LD-6, LD-9, M-1H, M-1 a palety PMC.



Obrázek č. 5 B777F nákladové dveře <sup>[16]</sup>

Velkou výhodou je možnost použití kontejnerů pro přepravu závodních koní HMA Stall, které však musí být umístěny pouze na horní palubě, a to z důvodu značných rozměrů tohoto ULD.



Obrázek č. 6 Kontejner na převoz koní <sup>[17]</sup>

Podlaha nákladní verze Boeingu 777 je plně automatizovaná: je vybavena vodícími lištami a motorizovanými dopravníky, které zajišťují bezpečnou, snadnou a rychlou manipulaci s paletami nebo kontejnery. Podlaha je vybavena oky, které slouží k finálnímu upevnění nákladu pro samotný transport. Zajišťují, že se zboží neposune ani při zhoršených povětrnostních podmínkách, například v turbulenci nebo při startu a přistání. Nejtěžší

náklad, až o hmotnosti 21,6 tuny, je umístěn do středu letadla, v místě centroplánu, kde je nejpevnější úchytný systém a také zde náklad nejméně ovlivňuje vyvážení letadla.



Obrázek 7 Rozmístění nákladu <sup>[18]</sup>

#### 4.2.4 Garance prostředí o stálé teplotě v nákladovém prostoru

Pro transport živých zvířat nebo zboží citlivého na teplotu je potřeba mít letadlo s kontrolou teploty ve všech nákladových prostorech. Boeing 777F je vybaven systémem ECS (Environmental Control System), který dokáže zajistit teplotu od 4 °C do 27 °C.

#### Požadavky na teplotu při převozu zvířete

Zvíře	Teplota
Koně	4,4-26 °C
Ovce	10-23,8 °C
Kuřata starší deseti dnů	10-26,6 °C

Tabulka č. 7 Převoz zvířete <sup>[19]</sup>

# Trať Ostrava-Hong Kong

LKMT-VHHH				Strana 1	
[ OFP ]					
					N715SB
24FEB2020	LKMT-VHHH	B77F N715SB	RELEASE 1651 24FEB20 OFP 1		
MOSNOV-HONG KONG INTL					
WX PROG 2415 2418 2421 2500 2503 2506					
OBS 2412 2412 2412 2412 2412 2412 ATC					
C/S	N715SB	LKMT/OSR	VHHH/HKG	CRZ SYS	CI 170 24FEB2020
N715SB	1710/1730	0317/0325	GND DIST	4945 B777-F / GE90-110B1	
STA 0305	AIR DIST	4616			
CTOT:....			G/C DIST	4609	
			AVG WIND	259/051	
MAXIMUM	TOW 347815	LAW 260816	ZFW 248115	AVG W/C	P038
ESTIMATED	TOW 331126	LAW 251922	ZFW 241639	AVG ISA	M003
				AVG FF KGS/HR	11580
				FUEL BIAS	P00.0 ALTN
VMMC			TKOF ALTN	.....	
FL STEPS LKMT/0290/TAGAN/0310/AGLEK/0330/RULAD/1010/XYO/1070					
*** ETOPS/ETP FLIGHT ***					
DISP RMKS NIL					
PLANNED FUEL					
FUEL	ARPT	FUEL	TIME		
TRIP	HKG	79204	0947		
CONT 5%		3960	0029		
ALTN	MFM	3062	0026		
FINRES		3261	0030		
ETOPS/ETP		0	0000		
MINIMUM T/OFF FUEL		89487	1112		
EXTRA		0	0000		
T/OFF FUEL		89487	1112		
TAXI	OSR	635	0020		
BLOCK FUEL	OSR	90122			
PIC EXTRA		.....			
TOTAL FUEL		.....			
REASON FOR PIC EXTRA .....					
NO TANKERING RECOMMENDED (P)					

LKMT-VHHH							Strana 2	
ALTERNATE ROUTE TO:								
							FINRES	3261
APT	TRK	DST	VIA	FL	WC	TIME	FUEL	
-----								
VMMC/34	242	82	DCT TUNNA DCT MURRY DCT	090	M014	0026		
3062								
-----								
MEL/CDL ITEMS DESCRIPTION								
-----								
ROUTING:								
ROUTE ID: DEFRT LKMT/22 NETIR1F NETIR Z121 SKAVI L984 DIBED N983 BEMBI L980								
PEKIT A83 TAGAN L980 TAMAK A87 LUTIN R122 UP R710 ZG G487 ATR A356 KZO G13								
ARBOL B142 TOMGO A113 AGLEK G270 TIPSA B142 USUGA G270 RULAD A460 XKC								
L888 SADAN Y1 OMBON B330 SJG W2 PA W524 Y W523 QP B330 GYA A599 POU B330								
CH DCT VHHH/07R								
-----								
DEPARTURE ATC CLEARANCE:								
.								
.								
.								
-----								
OPERATIONAL IMPACTS								
-----								
WEIGHT CHANGE UP 1.0			TRIP P 0243 KGS		TIME P 0000			
WEIGHT CHANGE DN 1.0			TRIP M 0211 KGS		TIME P 0000			
FL CHANGE UP FL1			NOT AVAILABLE					
FL CHANGE DN FL1			TRIP P 1001 KGS		TIME P 0002			
FL CHANGE DN FL2			TRIP P 2765 KGS		TIME P 0002			
SPD CHANGE CI 0			TRIP M 0036 KGS		TIME P 0011			
SPD CHANGE CI 500			TRIP P 1340 KGS		TIME M 0005			



LKMT-VHHH			Strana 3
ATIS: . .			
-----			
RVSM: ALT SYS LEFT:		STBY:	RIGHT:
-----			
TIMES			
-----			
	ESTIMATED	SKED	ACTUAL
OUT	1710Z/1810L	1710Z/1810L	.....Z
OFF	1730Z/1830L	1730Z/1830L	.....Z
ON	0317Z/1117L	0257Z/1057L	.....Z
IN	0325Z/1125L	0305Z/1105L	.....Z
BLOCK TIME	1015	0955	.....
-----			
WEIGHTS			
-----			
	EST	MAX	ACTUAL
PAX	2		.....
CARGO	100.0		.....
PAYLOAD	100.2		.....
ZFW	241.6	248.1	.....
FUEL	90.1	99.0	..... POSS EXTRA 8.9
TOW	331.1	340.0	LDG.....
STAB TRIM			.....
LAW	251.9	260.8	.....

Doba letu dosahuje celých 9 hodin a 47 minut. Faktor průměrného větru rozdíl v době letu jednotlivých typů nezpůsobuje, což je doloženo touto položkou v OFP, která se pro všechny letouny pohybuje v rozmezí pouhých pěti uzlů a je tedy zanedbatelná.

Platící zatížení na tomto letu činí rovných sto tun, které B777F přepraví na tuto vzdálenost bez větších problémů.

#### 4.2.5 Náklady na přeletové a přistávací poplatky

Vzorec pro výpočet: Faktor hmotnosti:  $p = \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$

B777-200F: Váhový faktor  $p = 2,64$

FIR	VZDÁLENOST	PŘELETOVÁ JEDNOTKA	CENA ZA PŘELET
FIR PRAGUE	46 NM	45,10 €	89,87 €
FIR WARSAW	170 NM	45,63 €	378,25 €
FIR KYIV	657 NM	51,10 €	1640,43 €
FIR ROSTOV/DON	440 NM	121,00 € za 100 km	984,84 €
FIR AKTOBE	520 NM	86,40 € za 100 km	832,00 €
FIR SHYMKENT	57 NM	86,40 € za 100 km	924,50 €
FIR ALMATY	286 NM	86,40 € za 100 km	457,10 €
FIR URUMQI	551 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	798,82 €
FIR LANZHOU	364 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	527,92 €
FIR KUNMING	565 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	819,21 €
FIR GUANGZHOU	390 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	565,51 €
FIR HONG KONG	39 NM	0,55 € za 1 NM	21,40 €
<b>CELKEM</b>			<b>8 039,85 €</b>

Tabulka č. 8 Cena za přeletové poplatky B777F

Informace k výpočtu ceny za uletěnou vzdálenost jsou uvedeny v AI Pech jednotlivých zemí. [33], [34], [35], [36], [37], [38]

Přistávací poplatek v HKG činí 3 252 €. [13]

#### 4.2.6 Náklady na palivo Ostrava-Hong Kong

Z OFP pro Boeing B777F je patrné, že množství paliva, které potřebuje na přelet mezi Ostravou a Hong Kongem, dosahuje necelých osmdesáti tun, přesně 79 204 kg. Dvacetiminutové pojiždění před vzletem je prezentováno 635 kilogramy paliva. Cena za veškeré palivo bude 40 603 Euro.

#### 4.2.7 Systém údržby B777F

Boeing B777F by díky své schopnosti uvést na této trati payload v hodnotách kolem 100 tun, mohl realizovat pouhé čtyři rotace týdně. Při době letu téměř 10 hodin na jednom úseku by týdně naléтал necelých 80 hodin a měsíčně 315-320 hodin. Mezi jednotlivými C checky, které jsou definovány 18 měsíci nebo 7 800 letovými hodinami, by provozem na trati OSR-HKG-OSR naléтал 5 760 hodin, tzn. omezujícím faktorem je zde kalendářní limit, nikoli počet naléтанých hodin či cyklů. V tomto případě nám do vylétání resursu osmnácti měsíců zbyde nevyužitých 2 040 letových hodin. Čtyři rotace týdně je však dostatečně nízký počet, aby se tento stroj dal využít k dalším ať již pravidelným či charterovým cargo letům. Z provozního pohledu – letového i údržbového – se dá říci, že B777F zvládá tento typ provozu velmi efektivně. <sup>[20]</sup>

#### Typy údržby B777F

TYP	
A check	1 200 letových hodin
B check	NIL
C check	7 800 letových hodin/960 cyklů/18 měsíců
D check	4 000 cyklů nebo 66 měsíců pro systémy/8000 cyklů nebo 108 měsíců pro kontrolu draku

Tabulka č. 9 Typy údržby B777F <sup>[20]</sup>

#### 4.2.8 Dostupnost 777F

U velmi populárního dvoumotorového nákladního dopravního letounu Boeing 777F publikuje výrobce pro tento rok cenu 352,3 milionů amerických dolarů. Prvním rokem dodávek nákladní verze B777F byl rok 2009, kdy firma předala svým odběratelům celkem šestnáct kusů těchto strojů. V letošním roce, k únoru 2020, byly dodány dva letouny, čímž bylo dosaženo celkového počtu 181 freighterů. V knize objednávek firmy BCA je k současnému datu u B777F číslo 50, což znamená, že při průměrném výkonu výrobní linky v Everettu 15-20 strojů ročně je čekací lhůta 3–4 roky. Mezi nejvýznamnější odběratele a provozovatele patří AeroLogic, FedEx, Qatar Airways, Air China či Emirates. Významným konkurentem B777F bude v blízké době s velkou pravděpodobností nákladní B777 vzniklý modifikací originální pasažérské verze 200 nebo 300. Touto konverzí se momentálně úspěšně zabývá izraelská firma Israel Aerospace Industries (IAI). Cena zahrnující pořízení

letounu pro transport cestujících s dostatečným zbytkovým resrusem a následnou modifikaci na nákladní verzi bude několikanásobně nižší než originální B777F (OEM). <sup>[21]</sup>

#### 4.3 Boeing 747-400F

Boeing 747-400F přezdívaný Jumbo Jet je čtyřmotorový širokotrupý nákladní dopravní letoun vyráběný firmou Boeing. Tato verze poprvé vzlétla 4. května 1993. Prvním zákazníkem byla firma Cargolux, která zařadila letadlo do flotily 17. listopadu 1993. Největšími provozovateli Boeingu 747-400F jsou společnosti: Atlas Air, Cargolux, China Airlines, Korean Air, Nippon Cargo Airlines, Polar Air Cargo a Singapore Airlines. <sup>[22]</sup>

Boeing 747 je první širokotrupý letoun, který byl kdy vyroben. Vyznačuje se především dvoupatrovou hlavní palubou, velkou přepravní kapacitou pasažérů a nákladu. Zkonstruováno bylo pět verzí Boeingu 747 a ty mají další modifikace. V typickém uspořádání tří tříd dokáže Boeing 747-400 pojmout 416 cestujících. <sup>[22]</sup>

Jedna ze zajímavých verzí, a to 747SP, je využívána Národním úřadem pro letectví a kosmonautiku (NASA) pro zkoumání vesmíru. V tomto letounu je nainstalován teleskop o průměru 2,5 metru. NASA zvolila tento letoun díky dlouhému doletu, dostupu 38 000-45 000 stop a velkého prostoru, kde je možné teleskop umístit.

Asi nejznámější modifikací B747 je Air Force One, který je používán pro přepravu amerického prezidenta. Oficiální označení dle nomenklatury strojů USAF zní Boeing VC-25A. Většina informací o tomto typu je tajná, avšak víme, že letadlo je schopno převést až 80 cestujících a také tankovat za letu, což umožňuje teoreticky neomezený dolet. Je také vybaveno zbraňovým systémem pro zneškodnění raket typu vzduch-vzduch a země-vzduch. <sup>[22]</sup>

Boeing 747 Dreamlifter je speciální nákladní verze Boeingu 747-400 a byl vyroben pro převoz dílů Boeingu 787 Dreamliner z výrobních závodů mimo USA do haly finální montáže v Seattlu. Nákladový prostor tohoto letounu má objem 1840 m<sup>3</sup>, což je o 620 m<sup>3</sup> více než u největšího nákladního letadla sovětské výroby AN-224 Mrija. Dnes létají pouze 4 kusy tohoto typu a všechny jsou ve vlastnictví mateřské firmy Boeing.

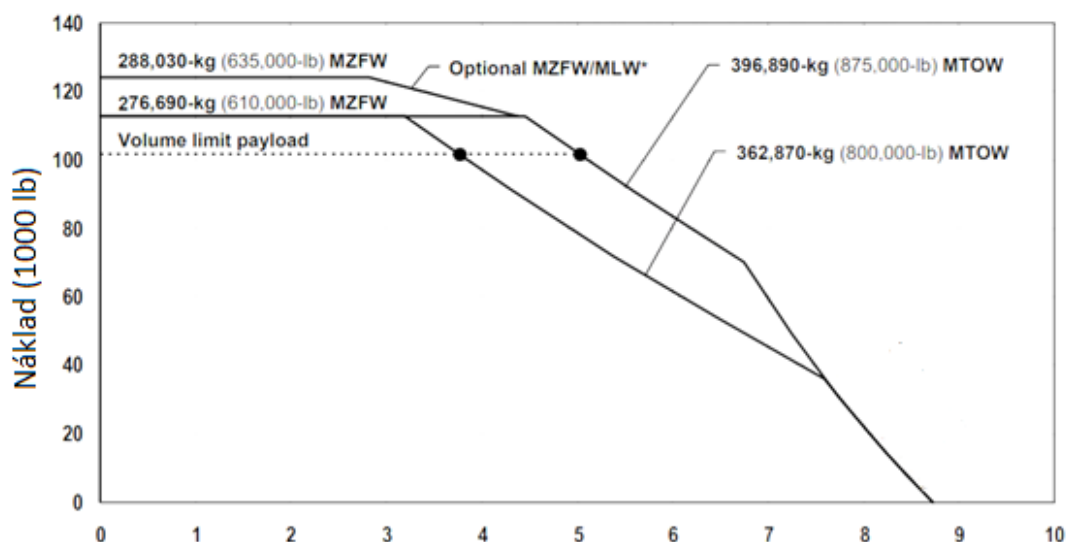
### Boeing 747-400 Freighter – parametry

<b>Cargo</b> Maximální hmotnost nákladu: 113 000 kg Celkový objem cargo prostoru: 754 m <sup>3</sup> Hlavní cargo prostor: 610,1 m <sup>3</sup> Spodní paluba: 130,3 m <sup>3</sup> Bulk: 14,7 m <sup>3</sup>
<b>Pohonné jednotky</b> 4x General Electric CF6-80C2B5F
<b>Maximální vzletová hmotnost</b> 396 900 kg
<b>Dolet</b> 4 450 NM (8 241 km) s maximálním zatížením
<b>Cestovní rychlost</b> Mach 0.84 v 35 000 feet
<b>Základní rozměry</b> Rozpětí: 64,4 m Délka: 70,7 m Výška: 19,4 m Šířka vnitřního prostoru: 5,9 m

Tabulka č. 10 Základní specifikace B747-400F <sup>[23]</sup>

#### 4.3.1 Maximální možná hmotnost platícího zatížení

Nákladní Boeing 747-400F disponuje maximální hmotností platícího zatížení 113 tun. Při maximálním zatížení a vybaven motory General Electric CF6-80C2B5F nabízí dolet celých 8 241 km. Pro Společnost je dolet při potřebném platícím zatížení naprosto dostatečný, což můžeme vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 8 Dolet v závislosti na hmotnosti B747-400F [24]

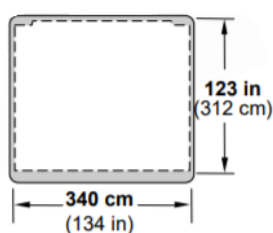
#### 4.3.2 Minimální požadovaný objem nákladových prostorů

Díky celkovému objemu cargo prostoru 754 m<sup>3</sup> je tento letoun velmi vhodný pro přepravu objemných a relativně lehkých zásilek, které se vozí z Čínské lidové republiky, například E-commerce. V opačném směru přepravy, tudíž z České republiky do Číny, se tento letoun hodí díky své schopnosti převést až 113 tun nákladu.

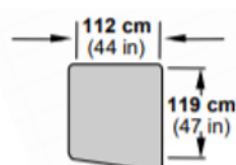
#### 4.3.3 Rozměry nákladových dveří pro všeobecné cargo a nutnost automatizované nakládky

Boeing 747-400F je vybaven čtyřmi dveřmi pro nakládku a vykládku zboží. Velké přepravní kontejnery a palety o délce až 6 metrů se nakládají hlavními cargo dveřmi. Dveře do spodní části cargo prostoru a bulku jsou již menší a slouží k nakládce méně rozměrných zásilek.

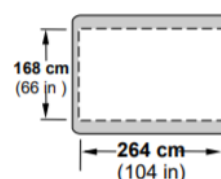
Hlavní cargo dveře  
(312x340 cm)



Dveře do bulku  
(119x112 cm)

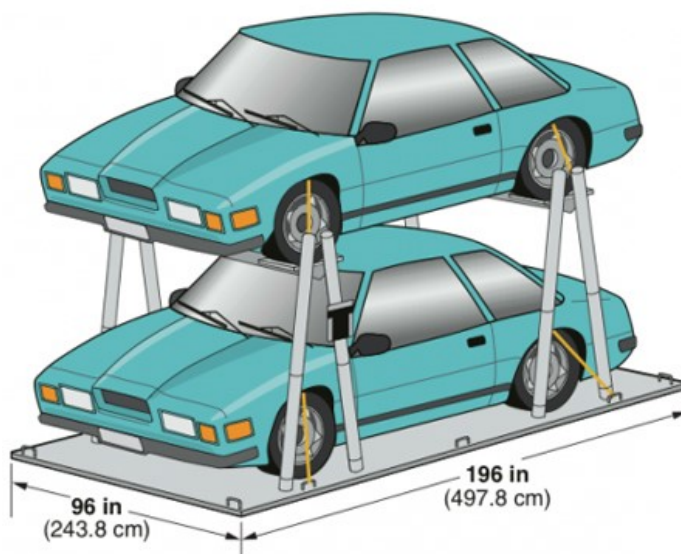


Dveře do spodního  
cargo prostoru  
(168x264 cm)



Obrázek 9 B747-400F nákladové dveře [23]

Velkou výhodou oproti Boeingu 777F a 767F je výklopná příd' letounu tzv. nose door. Tímto otvorem jsou nakládány hlavně kontejnery, které nelze naložit bočními dveřmi, tudíž zásilky o délce více než šest metrů a také industriální výrobky až do délky dvaceti metrů. Díky této možnosti je možné naložit i ULD typu M-2 a paletu M-6 Twin Car Rack. Tyto kontejnery se využívají především na převoz velkých a těžkých výrobků. Jeden kontejner typu M-2 může nést náklad až o hmotnosti 11 340 kg. M-6 Twin Car Rack pak představuje stojan pro dva osobní automobily.



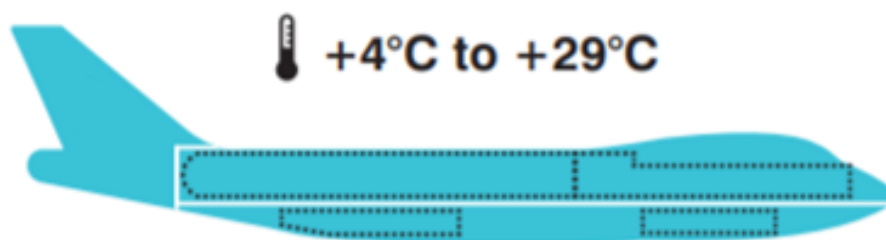
Obrázek 10 Stojan na převoz aut <sup>[17]</sup>

Boeing 747-400F je také vybaven automatizovanou podlahou. U tohoto letounu je velice důležitá kvůli možné přepravě těžkého zboží a značně rozměrných ULD. Operátor ovládá motorizované kulové dopravníky tzv. PDU (Power Drive Unit) pomocí joysticku a umísťuje náklad na přesně určené místo, kde je poté pevně ukotven. Tento systém se nachází jak v hlavním cargo prostoru, tak i ve spodním.

#### 4.3.4 Garance prostředí o stálé teplotě v nákladovém prostoru

Tento letoun je rozdělen na 4 zóny, ve kterých je možno individuálně nastavovat teplotu. To umožňuje převoz čtyř typů různého zboží vyžadujících odlišnou teplotu. Nastavit můžeme rozmezí mezi 4 °C až 29 °C, a tedy transportovat čerstvé potraviny, medikamenty, květiny a živá zvířata. Pro přepravu zboží, které vyžaduje nižší teplotu, je

možné pripojit k palubní síti letadla kontejnery s aktivním chlazením, a to umožňuje převážet i hluboce zmrazené produkty.



Obrázek 11 Kontrola teploty v cargo prostorech B747-400F <sup>[25]</sup>



# Trať Ostrava-Hong Kong

LKMT-VHHH					Strana 1	
[ OFP ]						
N487SB	24FEB2020	LKMT-VHHH	B74F N487SB	RELEASE 1644 24FEB20		
OFP 1	MOSNOV-HONG KONG INTL					
				WX PROG 2415	2418	2421 2500 2503 2506
				OBS 2412	2412	2412 2412 2412 2412
ATC C/S	N487SB	LKMT/OSR	VHHH/HKG	CRZ SYS	CI 320	
24FEB2020	N487SB	1710/1730	0304/0312	GND DIST	4945	
B747-400F / RB211-524G/H		STA 0235	AIR DIST		4624	
CTOT:....			G/C DIST		4609	
			AVG WIND		259/051	
MAXIMUM	TOW 396894	LAW 302093	ZFW 288031	AVG W/C	P038	
ESTIMATED	TOW 395362	LAW 284450	ZFW 269660	AVG ISA	M003	
				AVG FF KG/HR	11580	
				FUEL BIAS	P00.0	
ALTN VMMC				TKOF ALTN	.....	
FL STEPS LKMT/0290/ARDUB/0310/TOMGO/0330/RULAD/1010/OMBON/1070						
-----						
DISP RMKS NIL						
-----						
PLANNED FUEL						
-----						
FUEL	ARPT	FUEL	TIME			
-----						
TRIP	HKG	110912	0934			
CONT 5%		5546	0029			
ALTN	MFM	4139	0024			
FINRES		5105	0030			
-----						
MINIMUM T/OFF FUEL		125702	1057			
-----						
EXTRA		0	0000			
-----						
T/OFF FUEL		125702	1057			
TAXI	OSR	907	0020			
-----						
BLOCK FUEL	OSR	126609				
PIC EXTRA		.....				
TOTAL FUEL		.....				
REASON FOR PIC EXTRA		.....				
-----						
NO TANKERING RECOMMENDED (P)						

LKMT-VHHH				Strana 2
ALTERNATE ROUTE TO:			FINRES 5105	
APT	TRK DST	VIA	FL WC	TIME FUEL
-----				
VMMC/34	242 82	DCT TUNNA DCT MURRY DCT	090 M013	0024 4139
-----				
MEL/CDL ITEMS DESCRIPTION				
-----				
ROUTING:				
ROUTE ID: DEF RTE LKMT/22 NETIR1F NETIR Z121 SKAVI L984 DIBED N983 BEMBI L980				
PEKIT A83 TAGAN L980 TAMAK A87 LUTIN R122 UP R710 ZG G487 ATR A356 KZO G13				
ARBOL B142 TOMGO A113 AGLEK G270 TIPSA B142 USUGA G270 RULAD A460 XKC				
L888 SADAN Y1 OMBON B330 SJG W2 PA W524 Y W523 QP B330 GYA A599 POU B330				
CH DCT VHHH/07R				
-----				
DEPARTURE ATC CLEARANCE:				
.				
.				
.				
-----				
OPERATIONAL IMPACTS				
-----				
WEIGHT CHANGE UP 1.0	TRIP P 0253 KGS	TIME M 0000		
WEIGHT CHANGE DN 1.0	TRIP M 0298 KGS	TIME P 0000		
FL CHANGE UP FL1	TRIP P 0759 KGS	TIME P 0000		
FL CHANGE DN FL1	TRIP P 0716 KGS	TIME P 0001		
FL CHANGE DN FL2	TRIP P 2745 KGS	TIME P 0000		
SPD CHANGE CI 0	TRIP M 0752 KGS	TIME P 0023		
SPD CHANGE CI 500	TRIP P 2382 KGS	TIME M 0004		

LKMT-VHHH				Strana 3
ATIS: . .				
-----				
RVSM: ALT SYS LEFT:		STBY:	RIGHT:	
-----				
TIMES				
-----				
	ESTIMATED	SKED	ACTUAL	
OUT	1710Z/1810L	1710Z/1810L	.....Z	
OFF	1730Z/1830L	1730Z/1830L	.....Z	
ON	0304Z/1104L	0227Z/1027L	.....Z	
IN	0312Z/1112L	0235Z/1035L	.....Z	
BLOCK TIME	1002	0925	.....	
-----				
WEIGHTS				
-----				
	EST	MAX	ACTUAL	
PAX	2		.....	
CARGO	100.0		.....	
PAYLOAD	100.2		.....	
ZFW	269.7	288.0	.....	
FUEL	126.6	128.1	..... POSS EXTRA 1.5	
TOW	395.4	396.9	TOW.....	
STAB TRIM			.....	
LAW	284.5	302.1	.....	

Co se týče platícího zatížení, je verze 400F na této trati schopna bez technického mezipřistání pro doplnění paliva-tzn. let non-stop-uvést 100 tun nákladu. K transportu 1 kg zboží tedy letoun spotřebuje 1,116 kg paliva.

#### 4.3.5 Náklady na přeletové a přistávací poplatky

Vzorec pro výpočet: Faktor hmotnosti:  $p = \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$

B747-400: Faktor hmotnosti  $p = 2,82$

FIR <sup>(1)</sup>	VZDÁLENOST	PŘELETOVÁ JEDNOTKA	CENA ZA PŘELET
FIR PRAGUE	46 NM	45,10 €	82,6 €
FIR WARSAW	170 NM	45,63 €	404 €
FIR KYIV	657 NM	51,10 €	1753,8 €
FIR ROSTOV/DON	440 NM	121,20 € za 100 km	986,6 €
FIR AKTOBE	520 NM	86,40 € za 100 km	832 €
FIR SHYMKENT	578 NM	86,40 € za 100 km	924,5 €
FIR ALMATY	286 NM	86,40 € za 100 km	457,1 €
FIR URUMQI	551 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	853,23 €
FIR LANZHOU	364 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	563,85 €
FIR KUNMING	567 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	898,34 €
FIR GUANGZHOU	390 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	603,99 €
FIR HONG KONG	39 NM	0,55 € za 1 NM	21,4 €
<b>CELKEM</b>			<b>8 381,41€</b>

Tabulka č. 11 Cena za přeletové poplatky B747-400F

Informace pro kalkulaci ceny za uletěné vzdálenosti jsou uvedeny v AI Pech jednotlivých zemí. [33], [34], [35], [36], [37], [38]

Přistávací poplatky pro naši destinaci HKG lze podle platné letecké informační příručky autonomní oblasti Hong Kong vyčíslit na částku 3 719 €. [13]

#### 4.3.6 Náklady na palivo Ostrava-Hong Kong

Z výše uvedeného provozního letového plánu můžeme vidět následující: k letu B747-400F vybaveného motory RB211 na trase OSR-HKG bude potřeba celkem 111 819 kilogramů leteckého paliva. Z toho je na dvacetiminutové pořízení před vzletem určeno

907 kg, traťové palivo činí 110 912 kg. Doba letu (bez pojiždění) dosahuje 9 hodin 34 minut. Za spotřebované palivo zaplatíme 56 869 Eur.

#### 4.3.7 Systém údržby B747-400F

Boeing B747-400F se na naší trati chová vysoce ekonomicky. Bez problémů dopraví z Ostravy do Hong Kongu a zpět sto tun materiálu, přičemž na trati stráví přibližně 9 hodin a 30 minut. Pro transport požadovaného payloadu postačí vykonat čtyři rotace týdně, tedy stejně jako u B777F. Měsíční nálet dosáhne nejméně 305-310 hodin. Za období mezi dvěma C checky tak náš stroj nalétá 5 580 hodin a nevyčerpá tak svůj resurs o 1 920 hodin. Lze tedy říci, že i v tomto se velmi podobá letounu B777F a jeho zbývající kapacita by byla využita pro jiné klienty. <sup>[27]</sup>

**Typy údržby B747-400F**

TYP	
<b>A check</b>	600 letových hodin
<b>B check</b>	NIL
<b>C Check</b>	7 500 letových hodin/18 měsíců
<b>D check</b>	Každých 6 let pro systémy/první dva D checky co 8 let, každý další co 6 let

Tabulka č. 12 Typy údržby B747-400F

#### 4.3.8 Dostupnost B747-400F

U staršího stroje B747-400F je situace poněkud složitější. Poslední nákladní „čtyřstovka“ byla dodána japonské firmě All Nippon v srpnu 2008. V případě, že by byl nějaký ze stávajících provozovatelů nebo majitelů (leasingových společností) motivován k prodeji tohoto letounu, můžeme u kusu vyrobeného kolem let 2000-2003 uvažovat o ceně kolem dvaceti miliónů amerických dolarů. Zde samozřejmě hovoříme o originální verzi F s odklápěcím nosem. U letounu verze 400F můžeme rozlišovat hned několik odlišností – typy motorů, podvozků nebo stanovení maximální hmotnosti bez paliva (MZFW). Coby nejpopulárnější a technologicky nejlépe zvládnutá je podle provozovatelů verze ERF (Extended Range Freighter) s motory CF6 a zvýšenou MZFW a MTOW, která disponuje vysokým payloadem. Lze říci, že tyto verze budou v provozu minimálně následujících deset let a určitě dosáhnou přibližně 120 000 hodin resursu draku. Jedná se o dobrý poměr ceny a výkonu.

#### 4.4 Boeing 747 - 8F

Boeing 747-8F je nejnovějším širokotrupým nákladním letadlem, který vyvíjela a vyrobila firma Boeing. První let se uskutečnil 8. února 2010. Do provozu se zařadil 23. dubna 2018. Prvním majitelem tohoto nákladního letounu se stala společnost Cargolux, která jich nyní vlastní čtrnáct. Dalšími provozovateli jsou Korean Air, SilkWay, Cathay Pacific, Volga-Dněpr a Nippon Cargo Airlines. Výhodou tohoto letounu oproti starší verzi je delší trup, nové motory s nižší spotřebou paliva a menší hlučností, a také možnost převézt těžší a objemnější náklad. <sup>[28]</sup>

747-8I (Intercontinental) je pasažérská verze tohoto typu, která byla postavena jako přímá reakce na Airbus A380. Je to nejdelší pasažérské letadlo na světě a dokáže převézt až 605 cestujících. Nejčastější konfigurace je pro 405 cestujících ve třech třídách. <sup>[28]</sup>

Nový Air Force One, VC-25B, je budoucí letadlo amerického prezidenta vytvořené na základu Boeingu 747-8I. Letoun by měl projít kompletní přestavbou, při které bude vyměněna pohonná jednotka GEnx-2B67, která se používá v civilní verzi, za motory prozatím neznámého typu. Dále bude dodána vojenská GPS navigace, systém tankování za letu, nový přetlakový systém a také bude provedena kompletní přestavba interiéru. Letoun i s přestavbou bude stát 3,9 miliard dolarů a do provozu by se měl zařadit v roce 2024. <sup>[28]</sup>

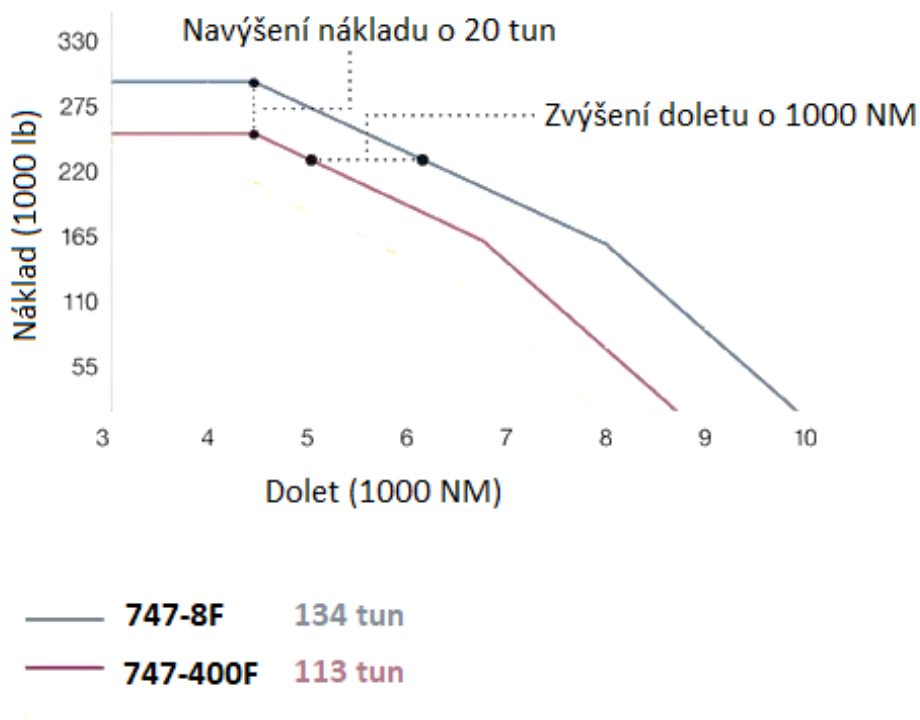
## Boeing 747-8 Freighter – parametry

<b>Cargo</b> Maximální hmotnost nákladu: 134 000 kg Celkový objem cargo prostoru: 858,1 m <sup>3</sup> Hlavní cargo prostor: 692,7 m <sup>3</sup> Spodní paluba: 150,9 m <sup>3</sup> Bulk: 14,5 m <sup>3</sup>
<b>Pohonné jednotky</b> 4x GEnx-2B67
<b>Maximální vzletová hmotnost</b> 449 056 kilogramů
<b>Dolet</b> 4 390 NM (8 130 km) při plném zatížení (134 000 kg)
<b>Cestovní rychlost</b> Mach 0.855
<b>Základní rozměry</b> Rozpětí: 68,46 m Délka: 76,25 m Výška: 19,4 m Šířka vnitřního prostoru: 5,9 m

Tabulka č. 13 Základní specifikace B747-8F <sup>[29]</sup>

### 4.4.1 Maximální možná hmotnost platícího zatížení

Maximální payload Boeingu 747-8F je 134 tun. Díky nové pohonné jednotce je verze Boeingu 747-8F schopna převézt tunu zboží na kilometr letu levněji než její předchůdce Boeing 747-400F. Porovnání doletu v závislosti na hmotnosti nákladu obou typu nákladních verzí boeingu 747 ukazuje následující graf. Starší verze má stejný dolet s payloadem o 20 tun nižším než nejnovější verze 747-8F.



Obrázek 12 Dolet v závislosti na hmotnosti B747-8F [27]

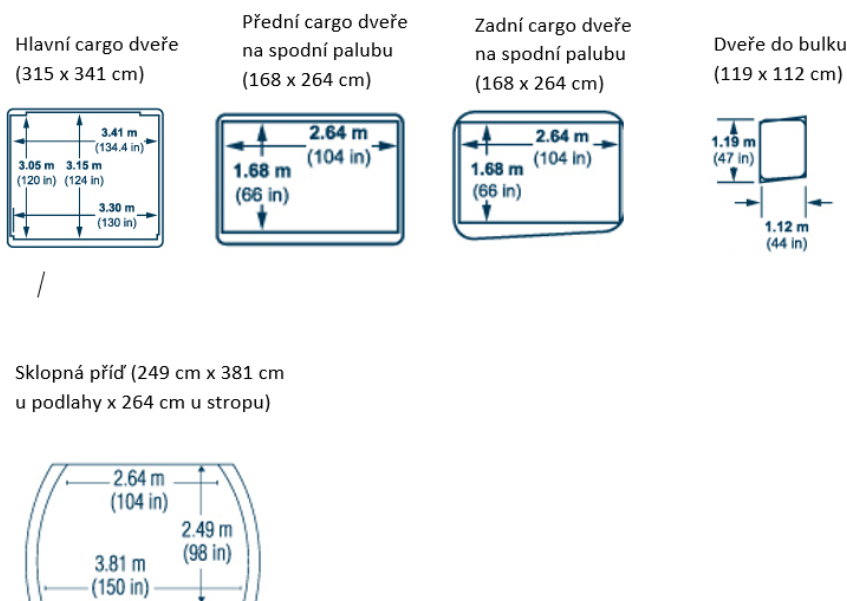
#### 4.4.2 Minimální požadovaný objem nákladových prostorů

Celkový objem cargo prostoru činí 858,1 m<sup>3</sup>, z čehož hlavní nákladový prostor dosahuje 692,7 m<sup>3</sup>, spodní paluba 150,9 m<sup>3</sup> a bulk 14,5 m<sup>3</sup>. Díky těmto hodnotám je tento letoun velmi vhodný pro převoz objemného zboží pocházejícího z Číny. Společnost může přijímat také kontrakty na převoz květin nebo farmaceutických produktů, které jsou objemné a lehké.

#### 4.4.3 Rozměry nákladových dveří pro všeobecné cargo a nutnost automatizované nakládky

Boeing 747-8F je vybaven čtyřmi typy dveří pro nakládku a vykládku zboží. Výhodou je, stejně jako u staršího modelu, sklopná příd. Letoun s tímto systémem nazýváme nose loader. Hlavní boční nákladové dveře mají největší rozměry, jaké kdy firma Boeing vyrobila. To je velkou výhodou pro nakládání velkých palet nebo kontejnerů o délce až 6 metrů.





Obrázek 13 B747-8F nákladové dveře [30]

Boeing 747-8F je vybaven systémem PDU, který jako u ostatních výše zmiňovaných typů dokáže přemísťovat kontejnery a palety. Oproti předchozímu Boeingu 747-400F je systém PDU modernizovaný a plně digitalizovaný. [31]

#### 4.4.4 Garance prostření o stálé teplotě v nákladovém prostoru

O stálou teplotu ve všech nákladových prostorech se stará systém ECS (Environmental Control System). Boeing 747-8F má tento systém kompletně modernizovaný. Jeho hlavními výhodami jsou lepší cirkulace vzduchu v kabině, možnost nastavení většího rozmezí teplot, digitální ovládání a nižší hmotnost. Samotná konstrukce byla také přepracována. Je využito více na sobě nezávislých jednotek, které jsou zodpovědné za regulaci teploty, proto je systém více spolehlivý a efektivnější. Samozřejmostí je nastavení teploty v každém nákladovém prostoru zvlášť, což umožňuje převážet různé typy zboží při jednom letu.

# Trat Ostrava-Hong Kong

[ OFP ]

N749SB 21MAR2020 LKMT-VHHH B48F N749SB RELEASE 1623 23MAR20

**OFP 2** MOSNOV-HONG KONG INTL

WX PROG 2112 2115 2118 2121 2200 2203

OBS 2112 2112 2118 2118 2200 2200 ATC C/S

N749SB	LKMT/OSR	VHHH/HKG	CRZ SYS	CI 320	
21MAR2020	N749SB	1355/1415	2346/2354	GND DIST	4944
B747-8F / GENX-2B67			STA 2325	AIR DIST	4586
		CTOT:....		G/C DIST	4609
				AVG WIND	259/051

MAXIMUM TOW	447696	LAW 346091	ZFW 329762	AVG W/C	P038
ESTIMATED TOW	447696	LAW 337465	ZFW 319144	AVG ISA	M003
				AVG FF KG/HR	11580
				FUEL BIAS	P00.0

ALTN ZGGG

TKOF ALTN .....

FL STEPS LKMT/0290/TOVPU/0310/TOMGO/0330/RULAD/1010/CDX/1070

DISP RMKS PAYLOAD/CARGO LIMITED BY MTOW

## PLANNED FUEL

FUEL	ARPT	FUEL	TIME
TRIP	HKG	110231	0931
CONT 5%		5512	0029
ALTN	CAN	7626	0044
FINRES		5183	0030
MINIMUM T/OFF FUEL		128552	1114
EXTRA		0	0000
T/OFF FUEL		128552	1114
TAXI	OSR	907	0020

BLOCK FUEL	OSR	129459
PIC EXTRA		.....
TOTAL FUEL		.....
REASON FOR PIC EXTRA		.....

NO TANKERING RECOMMENDED (P)

-----  
ALTERNATE ROUTE TO:

FINRES 5183 APT

TRK	DST	VIA	FL	WC	TIME	FUEL
ZGGG/20R	332	196	ATENA2A	BEKOL	A461	IDUMA 226 M006 0044 7626
IDUMA1A						

-----MEL/CDL ITEMS DESCRIPTION  
-----

## ROUTING:

ROUTE ID: DEF RTE LKMT/22 NETIR2F NETIR Z121 SKAVI L984 DIBED N983 BEMBI L980 PEKIT  
A83 TAGAN L980 TAMAK A87 LUTIN R122 UP R710 ZG G487 ATR A356 KZO G13 ARBOL B142  
TOMGO A113 AGLEK G270 TIPSA B142 USUGA G270 RULAD A460 XKC L888 SADAN Y1 OMBON  
B330 SJG W2 PA W524 Y W523 QP B330 GYA A599 POU B330 CH DCT VHHH/07R

## DEPARTURE ATC CLEARANCE:

.  
.  
.

-----

## OPERATIONAL IMPACTS

WEIGHT CHANGE UP 1.0	TRIP P 0261 KGS	TIME M 0000
WEIGHT CHANGE DN 1.0	TRIP M 0273 KGS	TIME P 0000
FL CHANGE UP FL1	TRIP P 1222 KGS	TIME P 0003
FL CHANGE DN FL1	TRIP P 0316 KGS	TIME M 0000
FL CHANGE DN FL2	TRIP P 2290 KGS	TIME M 0002
SPD CHANGE CI 0	TRIP M 0846 KGS	TIME P 0022
SPD CHANGE CI 500	TRIP P 2319 KGS	TIME M 0004

-----

LKMT-VHHH				Strana 3
ATIS: . .				
-----				
RVSM: ALT SYS LEFT: STBY: RIGHT:				
-----				
TIMES				
-----				
	ESTIMATED	SKED	ACTUAL	
OUT	1355Z/1455L	1355Z/1455L	.....Z	
OFF	1415Z/1515L	1415Z/1515L	.....Z	
ON	2346Z/0746L	2317Z/0717L	.....Z	
IN	2354Z/0754L	2325Z/0725L	.....Z	
BLOCK TIME	0959	0930	.....	
-----				
WEIGHTS				
-----				
	EST	MAX	ACTUAL	
PAX	2		.....	
CARGO	121.8		.....	
PAYLOAD	122.0		.....	
ZFW	319.1	329.8	.....	
FUEL	129.5	129.5	.....	POSS EXTRA 0.0
TOW	447.7	447.7	TOW.....	
STAB TRIM			.....	
LAW	337.5	346.1	.....	

#### 4.4.5 Přeletové a přistávací poplatky

Jelikož se ve vzdušném prostoru většiny signatářských států ICAO výše přeletové jednotky u letadel s maximální vzletovou hmotností (MTOW) vyšší než 300 tun v podstatě zásadně nemění, je navýšení celkové sumy přeletových poplatků pro těžší verzi 8F zanedbatelné.

Vzorec pro výpočet: Faktor hmotnosti:  $p = \sqrt{\frac{MTOW}{50}}$

B747-8F: Faktor hmotnosti  $p = 2,99$

FIR	VZDÁLENOST	PŘELETOVÁ JEDNOTKA	CENA ZA PŘELET
FIR PRAGUE	46 NM	45,10 €	109,20 €
FIR WARSAW	170 NM	45,63 €	428,40 €
FIR KYIV	657 NM	51,10 €	1857,90 €
FIR ROSTOV/DON	440 NM	124,00 € za 100 km	1009,40 €
FIR AKTOBE	520 NM	86,40 € za 100 km	832,00 €
FIR SHYMKENT	57 NM	86,40 € za 100 km	924,50 €
FIR ALMATY	286 NM	86,40 € za 100 km	457,10 €
FIR URUMQI	551 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	907,39 €
FIR LANZHOU	364 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	599,66 €
FIR KUNMING	565 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	930,58 €
FIR GUANGZHOU	390 NM	$233 * \frac{D}{100} * \left( \sqrt{\frac{T}{50}} \right) = \text{yuanu za km}$	642,35 €
FIR HONG KONG	39 NM	0,55 € za 1 NM	21,40 €
<b>CELKEM</b>			<b>8 719,88 €</b>

Tabulka č. 14 Cena za přeletové poplatky B747-8F

Informace pro kalkulaci ceny za uletěné vzdálenosti jsou uvedeny v AI Pech jednotlivých zemí. [33], [34], [35], [36], [37], [38]

Jelikož novější verze má větší maximální vzletovou hmotnost, také přistávací poplatek v HKG je dražší, činí 4 180 €. [13]

#### 4.4.6 Náklady na palivo Ostrava-Hong Kong

Výše uvedený OFP pro letoun B747-8F ukazuje, že na dané trati spotřebuje celkem 110 231 kg paliva a pro pojíždění před vzletem 907 kg. Celková doba letu bez pojíždění činí 9 hodin 31 minut. Za traťové palivo a palivo pro pojíždění zaplatí Společnost 56 522 Euro.

Oproti verzi 400F je modernější verze 8F schopna mezi OSR a HKG transportovat výrazně vyšší payload, v tomto případě o celých 21,8 tun. Naproti tomu je spotřeba paliva u verze 8F nižší, i když pouze o 700 kg.

#### 4.4.7 Systém údržby B747-8F

Boeing 747-8F představuje největší a nejmodernější z naší čtveřice a na níže uvedených výpočtech je to velmi viditelné. Díky vysoké únosnosti je „Dash Eight“ na této trati schopna

komfortně operovat s payloadem celých 122 tun, což znamená, že k přepravě požadovaných 350 tun nám postačí pouze tři frekvence týdně. Měsíčně tedy realizuje 225-230 letových hodin. Na první pohled je tedy vidět velmi výrazný rozdíl oproti výše zmíněným typům. Kalendářní limit pro C check u moderní 747-8F dosahuje vysokých hodnot 24 měsíců/10 000 letových hodin. Náš provoz mezi Ostravou a Hong Kongem by tak obsadil přibližně poloviční kapacitu letových hodin mezi prohlídkami typu C, tedy 5 520 hodin. Z výše uvedeného lze vyvodit, že verze 8F by našim provozem byla vytížena méně než polovinou týdne a přibližně polovinou letových hodin, což nabízí možnost využití tohoto stroje na druhém podobném obchodním modelu. <sup>[32]</sup>

#### Typy údržby B747-8F

TYP	
A check	1 000 letových hodin
B check	NIL
C check	10 000 letových hodin/24 měsíců
D check	První dva D checky co 8 let, každý další co 6 let

Tabulka č. 14 Typy údržby B747-8F

#### 4.4.8 Dostupnost B-747-8F

Největším a zároveň nejdražším z naší porovnávané čtveřice je B747-8F. Boeingem publikovaná oficiální cena dosahuje výše 419,2 miliónů amerických dolarů. První dodávky byly realizovány v roce 2011 a výrobní linka produkovala nejvyšší počet strojů ročně, 19 kusů za 12 měsíců, v letech 2012-2013. Poté již nepřesáhla počet deseti kusů za rok. Ke dnešnímu dni nabízí dodávku této verze několik leasingových společností s předáním do dvanácti měsíců od podepsání kontraktu. Z tohoto pohledu se zdá verze „Dash Eight“ nejlépe dostupná pro obchodní záměr Společnosti. Klíčovým parametrem zde bude cena, ovšem díky použitým technologiím a programu údržby má provozovatel přijatelnou jistotu, že tuto verzi B747 bude moci provozovat bez větších potíží dalších 30 let. Mezi největší operátory verze 8 se počítá evropský Cargolux a firmy z USA nebo postsovětských zemí.

## 5 Zhodnocení dosažených výsledků

Pro vyhodnocení optimálního letounu operovaného Společností na lince OSR-HKG použijeme faktory analyzované v minulých kapitolách. Pro přehlednost je uvádíme v následující tabulce.

	<b>B767-300F</b>	<b>B777F</b>	<b>B747-400F</b>	<b>B747-8F</b>
<b>Objem nákladových prostorů</b>	438 m <sup>3</sup>	620 m <sup>3</sup>	754 m <sup>3</sup>	858 m <sup>3</sup>
<b>Rozměry nákladových dveří</b>	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
<b>Automatizovaná nakládka</b>	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
<b>Řízení teploty v nákladovém prostoru</b>	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje	Vyhovuje
<b>Spotřeba paliva/platící zatížení</b>	1,150 kg paliva/1kg zboží	0,798 kg paliva/1kg zboží	1,116 kg paliva/1kg zboží	0,910 kg paliva/1kg zboží
<b>Přeletové poplatky OSR-HKG</b>	8 507,66 €	11 291,85 €	12 100,41 €	12 899,88 €
<b>Přistávací poplatky</b>	2 592 €	3 252 €	3 719 €	4 180 €
<b>Cena za palivo</b>	29 264 €	40 603 €	56 869 €	56 522 €
<b>Nutnost technického mezipřistání</b>	ANO (plnění paliva)	NE	NE	NE
<b>Čistá doba letu</b>	10 h 23 min	9 h 47 min	9 h 43 min	9 h 31 min
<b>Celková doba letu</b>	11h 43 min	10 h 27 min	10 h 23 min	10 h 11 min
<b>Počet rotací potřebných k převozu 350 tun týdně</b>	7 rotací týdně	4 rotace týdně	4 rotace týdně	3 rotace týdně
<b>Počet letových dnů k převozu 350 tun týdně</b>	7 letových dnů týdně	4 letové dny týdně	4 letové dny týdně	3 letové dny týdně
<b>Reálná schopnost přepravy 350 tun zboží týdně v rámci parametru U</b>	<b>Nevyhovuje</b> <b>U=0,79</b> (nedostatek času na vlastní transport i plánovanou údržbu)	<b>Vyhovuje</b> <b>U=1,56</b>	<b>Vyhovuje</b> <b>U=1,57</b>	<b>Vyhovuje</b> <b>U=2,06</b>
<b>Celková investice</b>	247,11 miliónů amerických dolarů	398,53 miliónů amerických dolarů	23 miliónů amerických dolarů (15 % NDD+NDP)	479,1 miliónů amerických dolarů
<b>Dostupnost</b>	<b>Nevyhovuje</b> (delší než 18 měsíců)	<b>Nevyhovuje</b> (delší než 18 měsíců)	<b>Proměnlivá</b> (použitý stroj)	<b>Vyhovuje</b>

Tabulka č. 15 Zhodnocení parametrů



Z výše uvedené tabulky lze zřetelně rozeznat efektivitu nasazení jednotlivých typů letadel na lince OSR-HKG. S výjimkou B767F jsou všechna analyzovaná letadla schopna splnit požadavky Společnosti na přepravu zboží.

B767F se z důvodu svého doletu, maximálního obchodního zatížení a systému údržby k provozu na dané trati nehodí. Rychlost a dolet vyžadují technické mezipřistání pro doplnění paliva, čímž dochází k výrazné časové ztrátě v rámci týdenního provozního cyklu. Při průměrných časech nakládky a vykládky a době k provedení plánované údržby, nemá B767F potenciál být takto využit.

Z pohledu pořizovací ceny se coby nejvýhodnější z krátkodobého až střednědobého hlediska může zdát zajímavým použití staršího typu B747-400F, který disponuje dostatečným payloadem, doletem, rychlostí a ekonomickým programem údržby. Nedostatkem této volby je pořízení již olétaného stroje, který většinou dosáhl více než poloviny své životnosti a častěji se u něj setkáme s únavou materiálu či závadami agregátů, tedy s neplánovaným zvýšením nákladů na údržbu.

Cíle Společnosti lze však definovat jako dlouhodobé. Pro firmu, která je kapitálově dostatečně silná, nebude velkým problémem pořízení novějšího typu, jakými jsou B747-8F či B777F. Dlouhodobý leasing i tak nákladného výrobního prostředku dosahuje v měsíčních splátkách akceptovatelných hodnot.

Při srovnání nákladů na provoz B777F a B747-8F na lince OSR-HKG zřetelně vidíme, že náklady na palivo, přeletové poplatky a přistávací poplatky jsou u B777F nižší než u Jumbo Jetu přibližně o 26 % na sektoru. Díky schopnosti B747-8F uvést mnohem vyšší payload než B777F, však postačí „osmičce“ realizovat o jednu rotaci týdně méně než B777F. Přímé provozní náklady na převoz jedné tuny zboží na trati OSR-HKG letounem B777F dosahují výše 551 \$. U letounu B747-8F dosahují 603 \$ a u starší B747-400F pak celých 726 \$.

### Náklady na transport zboží dle typu

Typ	PPN na přepravu jedné tuny nákladu
B777F	551 \$
B747-8F	603 \$
B747-400F	726 \$

Tabulka č. 16 Náklady na transport zboží dle typu

Z pohledu nákladů na přepravu minimálního množství 350 tun týdně tedy jako nejvhodnější tato studie vyhodnotila typ B777F. Bohužel skvělé ekonomické parametry tohoto typu činí z „Triple Seven“ velmi populární stroj, na který čeká mnoho provozovatelů. Jak jsme již uvedli, je minimální doba dodání tohoto stroje výrobcem 18 měsíců, což je v protikladu s požadavky Společnosti, co se týče data zahájení provozu na lince.

Navzdory o něco vyšším provozním nákladům bych doporučil pořízení a provozování B747-8F, jehož dostupnost nepřesahuje 12 měsíců a nabízí výhodu cargo dveří výklopné přídě. Rovněž výkony tohoto stroje, díky kterým může po přepravě 350 tun zboží mezi Ostravou a Hong Kongem týdně, realizovat ještě několik pravidelných či charterových letů, jsou z obchodního hlediska velmi zajímavé. Tato práce tedy doporučuje použití letounu B747-8F, jenž může efektivně sloužit několik desítek let.

Implementovatelnost dalších parametrů, které v práci uvádíme pro jednotlivé typy, vidíme při sledování vývoje flotil konkurenčních firem, které cargo letouny provozují. Relativně jednoduše můžeme pro danou trať kalkulovat ceny přeprav těmito společnostmi nabízené. Naše porovnání nám odhaluje silné a slabé stránky jednotlivých typu letadel při daném provozu.

## 6 Závěr

Tato bakalářská práce je dokončována v období velmi kritické pro celý letecký průmysl, který zasáhla celosvětová opatření proti šíření viru COVID-19. Během několika týdnů došlo k více než 90% poklesu přepravy cestujících, což také znamená extrémní redukci dostupných kapacit pro transport carga v podpalubí pasažérských letounů. Zároveň byla podstatně omezena většina výroby v leteckých továrnách. Z dlouhodobého pohledu se jedná o náhlý výkyv, který tato práce nezohledňuje, a proto pracuje s průměrnými hodnotami ceny letadel, jejich částí, údržby či paliva.

V případě, že by se některá společnost rozhodla provoz z letiště Leoše Janáčka zahájit, znamenalo by to výrazný úspěch jak pro samotné letiště, tak vedení Moravskoslezského kraje. Do regionu by přišly další tolik potřebné investice a letiště Ostrava by se v budoucnu mohlo stát významným logistickým centrem po vzoru belgického cargo centra Liege (LGG). Budu doufat, že tato práce přispěje k dosažení tohoto nemalého cíle.

## Použitá literatura

- [1] *Production A330F backlog dwindles* [online]. Cargo Facts, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://cargofacts.com/allposts/logistics/carriers/production-a330f-backlog-dwindles/>
- [2] *Annual Review 2019* [online]. Montreal: IATA, 2019 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2019.pdf>
- [3] *World Air Cargo Forecast 2018-2037* [online]. Seattle, Washington, USA: Boeing Commercial Airplanes, 2018 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.boeing.com/commercial/market/cargo-forecast/>
- [4] *The World of Air Transport in 2018* [online]. Montreal: Cargo Facts, 2018 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.icao.int/annual-report-2018/Pages/the-world-of-air-transport-in-2018.aspx>
- [5] *Českému exportu do Číny se nedaří. Dovoz je desetkrát větší* [online]. Cargo Facts, 2019 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/ekonomika/clanek/ceskemu-exportu-do-ciny-se-nedari-dovoz-je-desetkrat-vetsi-40281009>
- [6] *Safe Transport of Live Animal* [online]. Seattle, Washington, USA: Boeing Commercial Airplanes, 2012 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2012\\_q2/4/](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2012_q2/4/)
- [7] *Jet Fuel Monthly Price - Euro per Gallon* [online]. IndexMundi, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=jet-fuel&months=120&cy=eur>
- [8] Aircraft maintenance checks. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft\\_maintenance\\_checks](https://en.wikipedia.org/wiki/Aircraft_maintenance_checks)
- [9] *Analysis of direct operating cost of wide-body passenger aircraft: A parametric study based on Hong Kong* [online]. Hong Kong: Chinese Society of Aeronautics and Astronautics, 2019 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1000936119301244>
- [10] Boeing 767. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_767](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_767)

- [11] *Boeing 767-300F* [online]. Seattle: BCA, 2014 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [http://www.boeing.com/farnborough2014/pdf/BCA/bck-767\\_5\\_13\\_2014.pdf](http://www.boeing.com/farnborough2014/pdf/BCA/bck-767_5_13_2014.pdf)
- [12] *Cargo Freighter Specifications: B767-300F* [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://www.brinkley.cc/AC/b763f.htm>
- [13] *G.N. 3341* [online]. Hong Kong: Civil Aviation Department, 2016 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://www.gld.gov.hk/egazette/pdf/20162024/egn201620243341.pdf>
- [14] *Checking up on the 767* [online]. MRO Management, 2010 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://www.elal.com/en/ELALTech/Documents/Press\\_Releases/767.pdf](https://www.elal.com/en/ELALTech/Documents/Press_Releases/767.pdf)
- [15] Boeing 777. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_777](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_777)
- [16] *Cargo Freighter Specifications: B777-200F* [online]. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://brinkley.cc/AC/b777f.htm>
- [17] *ULD CONTAINER TYPES: HMA stall* [online]. GCC Ports [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.gccports.com/uld-container-types>
- [18] *ANAcargo\_777* [online]. Japan: GCC Ports [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [https://www.anacargo.jp/en/download/label/pdf/ANAcargo\\_777\\_e\\_light.pdf](https://www.anacargo.jp/en/download/label/pdf/ANAcargo_777_e_light.pdf)
- [19] *Safe Transport of Live Animal Cargo* [online]. Seattle: BCA, 2012 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2012\\_q2/4/](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2012_q2/4/)
- [20] *OWNER'S & OPERATOR'S GUIDE: 777-200/-300* [online]. Team Aero, 2008 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [http://www.team.aero/images/aviation\\_data\\_insert/Owners\\_OperatorsGuide\\_777.pdf](http://www.team.aero/images/aviation_data_insert/Owners_OperatorsGuide_777.pdf)
- [21] List of Boeing 777 orders and deliveries. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_Boeing\\_777\\_orders\\_and\\_deliveries#Orders\\_and\\_deliveries](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Boeing_777_orders_and_deliveries#Orders_and_deliveries)
- [22] Boeing 747-400. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_747-400](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-400)

[23] *Cargo Freighter Specifications: B747-400BCF* [online]. Team Aero, 0015n. l. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://brinkley.cc/AC/b744bcf.htm>

[24] *Boeing 747-100/-200/-300/-400 Freighters* [online]. Seattle, Washington, USA: BCA, 20n. l. [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://www.ialcargo.com/specs/b747.pdf>

[25] *Cargolux CV Pharma* [online]. Luxemburg: Cargolux, 2015 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.cargolux.com/products/media-library/files/cv/Pharma>

[27] *747-8 Offers Operational Improvements and Cross-Model Commonality* [online]. EVERETT, Wash.: Boeing Commercial Airplanes, 2010 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2010\\_q3/pdfs/AERO\\_2010\\_q3\\_article2.pdf](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2010_q3/pdfs/AERO_2010_q3_article2.pdf)

[28] Boeing 747-8. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2020 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing\\_747-8](https://en.wikipedia.org/wiki/Boeing_747-8)

[29] *747-8 Airplane Characteristics for Airport Planning* [online]. Seattle, Washington, USA: BCA, 2012 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/acaps/747\\_8.pdf](http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/acaps/747_8.pdf)

[30] *Boeing 747-8F* [online]. Moskva: ABC, 2012 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.airbridgecargo.com/en/page/37/boeing-747-8f>

[31] *Boeing names Telair International as supplier for 747-8 program* [online]. EVERETT, Wash.: Boeing Commercial Airplanes, 2008 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://boeing.mediaroom.com/2008-01-22-Boeing-names-Telair-International-as-supplier-for-747-8-program>

[32] *747-8 Offers Operational Improvements and Cross-Model Commonality* [online]. EVERETT, Wash.: Boeing Commercial Airplanes, 2010 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: [https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2010\\_q3/pdfs/AERO\\_2010\\_q3\\_article2.pdf](https://www.boeing.com/commercial/aeromagazine/articles/2010_q3/pdfs/AERO_2010_q3_article2.pdf)

[33] *GEN 4. CHARGES FOR AERODROMES AND AIR NAVIGATION SERVICES* [online]. China: CAAC, 2017 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [https://yinlei.org/x-plane10/view.php?file=doc/GEN\\_4.pdf](https://yinlei.org/x-plane10/view.php?file=doc/GEN_4.pdf)

[34] *AIP HONG KONG* [online]. Hong Kong: CAAC, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.ais.gov.hk/HKAIP/aipall.pdf>

[35] *GEN 4 CHARGES FOR AERODROMES/HELIPORTS AND AIR NAVIGATION SERVICES* [online]. Hong Kong: REPUBLIC OF KAZAKHSTAN, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.ans.kz/AIP/eAIP/2020-04-23-AIRAC/html/index-en-GB.html>

[36] *Customer guide to charges* [online]. Brusel: EUROCONTROL, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <https://www.eurocontrol.int/publication/customer-guide-route-charges>

[37] *CHARGES FOR AIR NAVIGATION SERVICES IN THE RUSSIAN FEDERATION* [online]. RUSSIA, 2020 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: <http://www.caiga.ru/common/AirInter/validaip/html/eng.htm>

[38] *EAIP* [online]. Ukraine: Aeronautical Information Service of Ukraine, 2019 [cit. 2020-05-15]. Dostupné z: [http://www.aisukraine.net/publications/eng/publ\(eng\).htm](http://www.aisukraine.net/publications/eng/publ(eng).htm)

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Cena leteckého paliva <sup>[7]</sup> .....	19
Obrázek 2 Dolet v závislosti na hmotnosti B767-300F <sup>[12]</sup> .....	29
Obrázek 3 B767F nákladové dveře <sup>[12]</sup> .....	30
Obrázek 4 Dolet v závislosti na hmotnosti B777F <sup>[16]</sup> .....	42
Obrázek 5 B777F nákladové dveře <sup>[16]</sup> .....	43
Obrázek 6 Kontejner na převoz koní <sup>[17]</sup> .....	43
Obrázek 7 Rozmístění nákladu <sup>[18]</sup> .....	44
Obrázek 9 Dolet v závislosti na hmotnosti B747-400F <sup>[24]</sup> .....	52
Obrázek 10 B747-400F nákladové dveře <sup>[23]</sup> .....	52
Obrázek 11 Stojan na převoz aut <sup>[17]</sup> .....	53
Obrázek 12 Kontrola teploty v cargo prostorech B747-400F <sup>[25]</sup> .....	54
Obrázek 13 Dolet v závislosti na hmotnosti B747-8F <sup>[27]</sup> .....	62
Obrázek 14 B747-8F nákladové dveře <sup>[30]</sup> .....	63

## Seznam tabulek

*Tabulka č.1 Hodnoty růstu letecké nákladní dopravy <sup>[4]</sup>*

*Tabulka č. 2 Faktor využití <sup>[9]</sup>*

*Tabulka č. 3 Základní specifikace B767-300F <sup>[11]</sup>*

Tabulka č. 4 Cena za přeletové poplatky B767-300F

Tabulka č. 5 Typy údržby B767-300F

*Tabulka č. 6 Základní specifikace B777F <sup>[16]</sup>*

*Tabulka č.7 Převoz zvířete <sup>[19]</sup>*

Tabulka č.8 Cena za přeletové poplatky B777F

*Tabulka č.9 Typy údržby B777F <sup>[20]</sup>*

*Tabulka č.10 Základní specifikace B747-400F <sup>[23]</sup>*

Tabulka č. 11 Cena za přeletové poplatky B747-400F

Tabulka č. 12 Typy údržby B747-400F

Tabulka č. 13 Základní specifikace B747-8F <sup>[29]</sup>

Tabulka č. 14 Typy údržby B747-8F

Tabulka č. 15 Zhodnocení parametrů

Tabulka č. 16 Náklady na transport zboží dle typu



## Seznam grafů

*Graf č. 1 Dovoz zboží z Číny do ČR <sup>[5]</sup>*